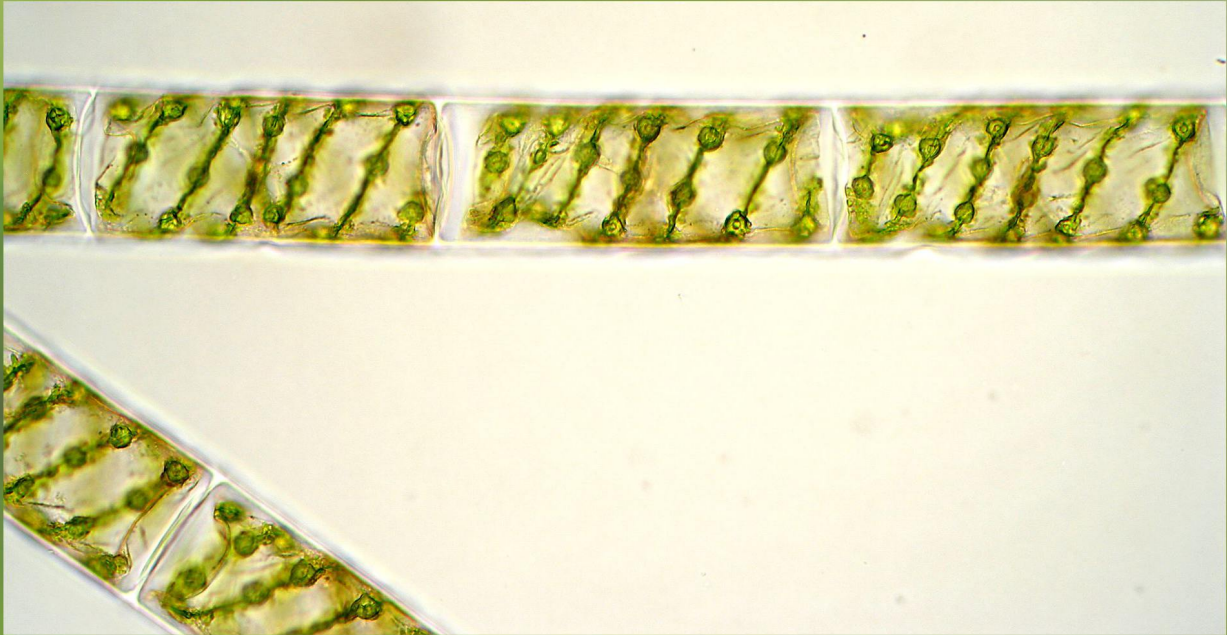


MARCEL PÂRVU

BOTANICĂ SISTEMATICĂ

THALLOPHYTA



Presa Universitară Clujeană

MARCEL PÂRVU

**BOTANICĂ SISTEMATICĂ
THALLOPHYTA**

PRESA UNIVERSITARĂ CLUJEANĂ

2020

Referenți științifici:

Prof. emer. dr. Vasile Cristea

Conf. dr. Mihai Pușcaș

ISBN 978-606-37-0736-0

© 2020 Autorul volumului. Toate drepturile rezervate.
Reproducerea integrală sau parțială a textului și ilustrațiilor, prin
orice mijloace, fără acordul autorului, este interzisă și se pedep-
sește conform legii.

Ilustrația: Autorul;

Silvia Irina VEDINAȘ și Eva DABOC (Fig. alb-negru)

Marta SIGARTEU (Fig.163A) și Carmen ȚIC (Fig. 154)

Universitatea Babeș-Bolyai

Presă Universitară Clujeană

Director: Codruța Săcelean

Str. Hasdeu nr. 51

400371 Cluj-Napoca, România

Tel./fax: (+40)-264-597.401

E-mail: editura@editura.ubbcluj.ro

<http://www.editura.ubbcluj.ro>

CUPRINS

I. BOTANICĂ SISTEMATICĂ GENERALĂ

Capitolul 1

Definiția, obiectul și legătura botanicii sistematice cu alte științe.....11

Capitolul 2

Scurt istoric al dezvoltării botanicii sistematice.....11

Capitolul 3

Sisteme de clasificare a lumii vii.....13

Capitolul 4

Unități taxonomice.....15

Capitolul 5

Apariția și evoluția vieții.....16

II. BOTANICĂ SISTEMATICĂ SPECIALĂ

Capitolul 1

Bacterii.....19

1.1. Morfologie.....19

1.2. Structură celulară.....20

1.3. Nutriție.....22

1.4. Înmulțire.....23

1.5. Clasificare.....25

1.5.1 Archaeobacteria25

1.5.2 Eubacteria.....26

1.5.2.1. Bacterii fotosintetice.....29

1.5.2.2. Bacterii purpurii.....29

1.5.2.3. Bacterii verzi.....30

1.5.2.4. Cyanobacteria (Cyanophyta).....31

Morfologie.....31

Structură celulară.....35

Nutriție.....37

Înmulțire.....38

Clasificare.....38

Clasa Cyanophyceae.....39

Ordinul Synechococcales.....39

Ordinul Chroococcales.....39

Ordinul Oscillatoriales.....41

Ordinul Spirulinales.....41

Ordinul Nostocales.....41

Ecologie.....42

Origine și evoluție.....43

1.6 Importanța bacteriilor.....44

1.7 Originea și evoluția procariotelor.....45

1.8 Morfologia, structura și originea virusurilor.....46

1.9 Bibliografie.....48

Site-ografie.....49

Capitolul 2

Domeniul Eukarya.....51

1. Alternanța de generații la eucariote.....51

2. Morfologia talului și evoluția acestuia la alge.....	52
3. Înmulțirea algelor.....	54
4. Clasificarea algelor.....	55
Regnul Chromista.....	55
4.1. Încrengătura Miozoa.....	55
4.1.1. Clasa Dinophyceae.....	55
4.1.1.1. Morfologia talului.....	56
4.1.1.2. Structură celulară.....	56
4.1.1.3. Nutriție.....	57
4.1.1.4. Înmulțire.....	58
4.1.1.5. Clasificare.....	58
Ordinul Prorocentrales.....	58
Ordinul Gymnodiniales.....	59
Ordinul Peridinales.....	59
Ordinul Gonyaulacales.....	60
4.1.1.6. Mediul de viață.....	60
4.1.1.7. Origine și evoluție.....	61
4.1.1.8. Bibliografie.....	61
Site-ografie.....	61
4.2. Încrengătura Ochrophyta.....	62
4.2.1. Clasa Chrysophyceae.....	62
4.2.1.1. Morfologia talului.....	62
4.2.1.2. Structură celulară.....	62
4.2.1.3. Nutriție.....	63
4.2.1.4. Înmulțire.....	63
4.2.1.5. Clasificare.....	64
Ordinul Chromulinales.....	64
Ordinul Hydrurales.....	65
4.2.1.6. Origine și evoluție.....	66
4.2.2. Clasa Synurophyceae.....	66
4.2.3. Clasa Xanthophyceae.....	67
4.2.3.1. Morfologia talului.....	67
4.2.3.2. Structură celulară.....	68
4.2.3.3. Nutriție.....	68
4.2.3.4. Înmulțire.....	68
4.2.3.5. Clasificare.....	70
Ordinul Rhizochloridales.....	70
Ordinul Tribonematales.....	70
Ordinul Botrydiales.....	70
Ordinul Vaucheriales.....	71
4.2.3.6. Mediul de viață.....	72
4.2.3.7. Origine și evoluție.....	72
4.2.4. Clasa Phaeophyceae.....	72
4.2.4.1. Morfologia și structura talului.....	72
4.2.4.2. Structură celulară.....	75

4.2.4.3. Nutriție.....	76
4.2.4.4. Înmulțire.....	76
4.2.4.5. Dezvoltare ontogenetică.....	77
4.2.4.6. Clasificare.....	82
Subclasa Phaeophycidae	82
Ordinul Ectocarpales	82
Ordinul Tilopteridales	82
Ordinul Sphacelariales	83
Ordinul Dictyotales	83
Ordinul Laminariales	83
Subclasa Fucophycidae	85
Ordinul Fucales	85
4.2.4.7. Mediul de viață.....	86
4.2.4.8. Importanță.....	87
4.2.4.9. Origine și evoluție.....	87
4.2.4.10. Bibliografie.....	88
Site-ografie.....	89
4.3. Încrengătura Bacillariophyta	90
4.3.1. Morfologia talului.....	90
4.3.2. Structură celulară.....	95
4.3.3. Nutriție.....	96
4.3.4. Înmulțire.....	96
4.3.5. Clasificare.....	99
Clasa Bacillariophyceae	99
Clasa Mediophyceae	100
4.3.6. Mediul de viață.....	101
4.3.7. Origine și evoluție.....	102
4.3.8. Bibliografie.....	102
Site-ografie.....	102
Regnul Plantae	
4.4. Încrengătura Rhodophyta	103
4.4.1. Morfologia și structura talului.....	103
4.4.2. Structură celulară.....	105
4.4.3. Nutriție.....	106
4.4.4. Înmulțire.....	106
4.4.5. Dezvoltare ontogenetică.....	107
4.4.6. Clasificare.....	112
Clasa Bangiophyceae	112
Clasa Florideophyceae	113
4.4.7. Mediul de viață.....	116
4.4.8. Importanță.....	117
4.4.9. Origine și evoluție.....	117
4.4.10. Bibliografie.....	119
Site-ografie.....	119
Regnul Protozoa	

4.5. Încrengătura Euglenophyta	120
4.5.1. Morfologia talului	120
4.5.2. Structură celulară	121
4.5.3. Nutriție	121
4.5.4. Înmulțire	122
4.5.5. Clasificare	122
Clasa Euglenophyceae	122
Clasa Peranemea	124
4.5.6. Mediul de viață	124
4.5.7. Origine și evoluție	124
4.5.8. Bibliografie	125
Site-ografie	125
Regnul Plantae	
4.6. Încrengăturile Chlorophyta și Charophyta	125
4.6.1. Morfologia talului	125
4.6.2. Structură celulară	126
4.6.3. Nutriție	126
4.6.4. Înmulțire	127
4.6.5. Dezvoltare ontogenetică	127
4.6.6. Clasificare	128
Clasa Chlorophyceae	128
Clasa Trebouxiophyceae	136
Clasa Ulvophyceae	140
Clasa Coleochaetophyceae	149
Clasa Conjugatophyceae	150
Clasa Charophyceae	159
4.6.7. Mediul de viață	163
4.6.8. Origine și evoluție	164
4.6.9. Bibliografie	166
Site-ografie	167
Capitolul 3	
3. Ciuperci	169
3.1. Morfologia talului	169
3.2. Structură celulară	171
3.3. Înmulțire	171
3.4. Dezvoltare ontogenetică	173
3.5. Nutriție	173
3.6. Simbioze fungice	174
3.6.1. Micorize	174
3.6.2. Licheni	175
3.6.2.1. Morfologia talului	176
3.6.2.2. Structura talului	177
3.6.2.3. Înmulțire	178
3.6.2.4. Procese fiziologice	178
3.6.2.5. Compoziție chimică	179
3.6.2.6. Ecologie	180
3.6.2.7. Origine și evoluție	180

3.7. Clasificarea ciupercilor.....	180
3.7.1. <i>Regnul Protozoa</i>	180
3.7.1.1. <i>Încrengătura Myxomycota</i>	180
<i>Clasa Myxomycetes</i>	180
3.7.2. <i>Regnul Chromista</i>	185
3.7.2.1. <i>Încrengătura Oomycota</i>	185
<i>Clasa Peronosporae</i>	186
3.7.3. <i>Regnul Fungi</i>	189
3.7.3.1. <i>Încrengătura Chytridiomycota</i>	189
3.7.3.2. <i>Încrengătura Zygomycota</i>	191
3.7.3.3. <i>Încrengătura Ascomycota</i>	194
3.7.3.3.1. <i>Subîncrengătura Taphrinomycotina</i>	198
<i>Clasa Taphrinomycetes</i>	198
3.7.3.3.2. <i>Subîncrengătura Saccharomycotina</i>	200
<i>Clasa Saccharomycetes</i>	200
3.7.3.3.3. <i>Subîncrengătura Pezizomycotina</i>	203
<i>Clasa Eurotiomycetes</i>	203
<i>Clasa Leotiomycetes</i>	206
<i>Clasa Sordariomycetes</i>	211
<i>Clasa Lecanoromycetes</i>	212
<i>Clasa Pezizomycetes</i>	218
3.7.3.4. <i>Încrengătura Basidiomycota</i>	220
3.7.3.4.1. <i>Subîncrengătura Agaricomycotina</i>	222
<i>Clasa Agaricomycetes</i>	222
3.7.3.4.2. <i>Subîncrengătura Pucciniomycotina</i>	236
<i>Clasa Pucciniomycetes</i>	236
3.7.3.4.3. <i>Subîncrengătura Ustilaginomycotina</i>	244
<i>Clasa Ustilaginomycetes</i>	244
3.8. Importanță.....	246
3.9. Origine și evoluție.....	246
3.10. Bibliografie.....	248
Site-ografie.....	249
<i>Capitolul 4</i>	
<i>Regnul Plantae</i>	254
4.1. Originea mușchilor și cormofitelor.....	254
4.2. Mușchi.....	255
4.2.1. Morfologie și structură.....	255
4.2.2. Înmulțire.....	259
4.2.3. Ciclul de dezvoltare.....	259
4.2.4. Clasificare.....	260
4.2.4.1. <i>Încrengătura Hepaticophyta</i>	260
4.2.4.2. <i>Încrengătura Anthocerotophyta</i>	263
4.2.4.3. <i>Încrengătura Bryophyta</i>	264
4.2.5. Ecologie.....	271
4.2.6. Origine și evoluție.....	271

4.2.7. Bibliografie.....	273
Site-ografie.....	273
Index Unități taxonomice.....	277

PREFAȚĂ

Volumul **BOTANICĂ SISTEMATICĂ THALLOPHYTA** este o ediție actualizată a volumului **BOTANICĂ SISTEMATICĂ I** publicat anterior (Pârvu, 2003) și se adresează deopotrivă elevilor, studenților și profesorilor de biologie, precum și altor cititori, care doresc să cunoască caractere generale și speciale ale unor specii comune de bacterii, alge, ciuperci, licheni și mușchi (Pârvu, 2003).

Thallophyta sau **Thallobionta** este un grup polifiletic de organisme (bacterii, alge, ciuperci, licheni, mușchi), descrise ca "plante taloide" sau "plante inferioare", al căror corp este denumit **tal**.

Materialul cuprins în acest volum se bazează pe o bibliografie actuală de specialitate, referitoare la sistematica, morfologia, citologia, biochimia, filogenia, ontogenia, ecologia și importanța speciilor descrise.

Lumea diverselor grupe de organisme este prezentată și ilustrată cititorului prin numeroase specii comune care reflectă diversitatea, variabilitatea, evoluția și adaptarea acestora la condiții diferite de viață.

Datorită implicării organismelor în ramuri majore ale științei și producției, literatura privitoare la biologia lor este vastă și dispersată. De aceea, volumul de față reprezintă o încercare de sintetizare și sistematizare a informațiilor, în concordanță cu cele mai recente date din domeniul **BOTANICII SISTEMATICE**.

Principalele forme de viață descrise în cadrul volumului **BOTANICĂ SISTEMATICĂ THALLOPHYTA** prezintă importanță teoretică și practică deosebită. Ca urmare, studiul acestora s-a concretizat în dezvoltarea unor domenii științifice importante, precum bacteriologia, algologia, micologia, briologia etc. (Pârvu, 2003).

În conformitate cu literatura actuală, în cadrul volumului realizat, sunt prezentate informații din domeniile algologiei, micologiei, bacteriologiei, lichenologiei etc., deoarece acestea sunt "umbrite" de **BOTANICA SISTEMATICĂ**.

Mulțumim anticipat tuturor celor care vor transmite observații, mai ales critice, privind acest volum.

AUTORUL

I. BOTANICĂ SISTEMATICĂ GENERALĂ

1. Definiția, obiectul și legătura botanicii sistematice cu alte științe

Botanica (gr. botané = plantă, iarbă) este știința care studiază plantele. Aceasta descrie morfologia și structura plantelor, înmulțirea și dezvoltarea ontogenetică, evoluția, clasificarea, răspândirea pe suprafața Pământului, posibilitățile de utilizare în practică de către om (Pârvu, 2003).

Studiul botanicii se extinde deopotrivă asupra tuturor grupelor de plante (actuale și fosile), atât asupra celor inferioare, cât și celor superioare, indiferent de faptul că au sau nu vreo importanță practică (Morariu, 1973).

Studiul plantelor a început de mii de ani. Din botanică s-au desprins o serie de discipline precum botanica sistematică, fiziologia plantelor, anatomia plantelor, morfologia plantelor, citologia, biologia moleculară, paleobotanica etc. (Pârvu, 2003).

Sistematica este definită ca studiul științific al diversității organismelor și al raporturilor de înrudire dintre ele (Simpson, 1961, citat de Pop și colab., 1983).

Botanica sistematică este știința care se ocupă cu descrierea și clasificarea plantelor. Toate plantele cunoscute azi în natură sunt, mai mult sau mai puțin, înrudite între ele. Sarcina principală a botanicii sistematice o constituie clasificarea plantelor (taxonomia*): orânduirea lor, pe bază de înrudire și evoluție, într-un sistem de clasificare (Ghișa, 1964).

*taxonomie (gr. taxis= ordine, rânduială; nomos= lege)

Obiectivele botanicii sistematice

Principalele obiective ale botanicii sistematice sunt:

- descoperirea mecanismului și direcțiilor evoluției plantelor;
- alcătuirea și reprezentarea unei clasificări care să exprime relațiile de înrudire (filogenetice) între unitățile taxonomice (specii, genuri, familii, clase etc.);
- stabilirea metodelor exacte și practice de determinare și descriere a plantelor, în vederea recunoașterii lor (Pop și colab., 1983).

Descrierea completă și exactă a unei plante se numește **diagnoză** (Pop și colab., 1983). În botanica sistematică, metodele de studiu folosite sunt observația, comparația, experimentul etc.

Pentru realizarea obiectivelor principale, botanica sistematică se bazează pe cunoștințe furnizate de anatomia și morfologia plantelor, microbiologie, biologia moleculară, genetică, biochimia vegetală, fiziologia vegetală, ecologie, evoluționism etc. La rândul lor, cunoștințele de botanică sistematică sunt necesare altor discipline (algologie, micologie, legumicultură, floricultură etc.), care studiază diverse aspecte ale vieții plantelor.

2. Scurt istoric al dezvoltării botanicii sistematice

Dezvoltarea botanicii ca știință a fost determinată de necesitatea omului de a cunoaște cât mai bine plantele, pe care le-a întrebuințat pentru diverse scopuri: alimentar, medicinal, industrial, ornamental etc. (Pârvu, 2003).

Cunoștințele de botanică datează din cele mai vechi timpuri. În secolul al IV-lea î.e.n., Theophrastos a descris circa 500 de specii de plante cunoscute în lumea antică; Plinius (secolul I e.n.) a descris peste 1 000 de specii de plante pe care le-a grupat după criterii utilitare (Pop și colab., 1983).

Botanica sistematică s-a conturat ca știință independentă abia în Evul Mediu, când s-au înființat primele universități și grădini botanice, unde s-a predat și botanica medicală (Pop și colab., 1983). Botanica Evului Mediu nu a adus nimic nou în clasificare și nomenclatură, ci a acumulat doar date despre morfologia plantelor.

În epoca modernă (sec. XVII-XXI), s-au acumulat numeroase date despre plantele din noile continente descoperite. Prin construirea și utilizarea microscopului (1674), s-au pus bazele studiilor anatomice folosite în sistematică. Tot în această epocă, s-au conturat principalele unități de clasificare (specie, gen, familie etc.).

Primul sistem (artificial) de clasificare a plantelor a fost elaborat de naturalistul suedez C. Linné în anul 1735. Acesta a descris peste 10 000 de specii de plante pe care le-a clasificat exclusiv după caractere morfologice. C. Linné a introdus mai multe unități de clasificare pe care le-a ierarhizat astfel: varietatea, specia, genul, ordinul și clasa. De asemenea, a generalizat nomenclatura binominală și a stabilit principalele reguli de denumire științifică a plantelor (Pop și colab., 1983).

Dezvoltarea altor științe, precum fizica, chimia, fiziologia plantelor, anatomia și morfologia plantelor și mai ales microbiologia, a contribuit la acumularea de cunoștințe științifice în domeniul botanicii sistematice.

În epoca modernă, s-au conturat și principalele domenii de studiu ale sistematiei, precum bacteriologia, algologia, micologia, lichenologia, briologia etc.

În ultimele secole (XX și XXI), s-au acumulat noi date în domeniul botanicii sistematice. Construirea microscopului electronic și cercetările efectuate au permis obținerea de cunoștințe diverse despre morfologia și structura microorganismelor.

Cercetările moderne în domeniul biologiei moleculare și geneticii au permis elaborarea unor sisteme de clasificare filogenetică a organismelor. În prezent, activitatea de cercetare în domeniul botanicii sistematice se desfășoară cu multă competență, în laboratoarele din universități și în institutele biologice de profil.

În România, primele lucrări de botanică datează din secolul al XIX-lea. Aceste lucrări floristice au inventariat plante din diferite regiuni ale țării.

În ultimele secole (XX și XXI), cercetările de botanică sistematică din țara noastră s-au intensificat și s-au publicat lucrări de specialitate (manuale, determinatoare, monografii etc.), deosebit de valoroase, în domeniile algologiei, micologiei, microbiologiei, lichenologiei, briologiei, fanerogamelor (plantelor cu flori). Aceste lucrări au fost elaborate de specialiști precum T. Săvulescu, E. Nyárády, A. Borza, E. Pop, Ș. Péterfi, A. Ionescu, V. Bontea, N. Boșcaiu, G. Zarnea, E. Ghișa, O. Rațiu, Ș. Csűrös, I. Pop, B. Diaconeasa, I. Hodișan, G. Sălăgeanu, M. Toma, I. Cristurean, D. Mititelu, A. Crișan, M. Ciurchea, V. Cristea, Ș.L. Péterfi, G. Coldea, E. Plămadă și mulți alții (Pârvu, 2003).

Lucrările de taxonomie vegetală au avut un rol deosebit în desfășurarea activității de cercetare din universități și din institutele biologice de profil din România (Pârvu, 2003).

3. Sisteme de clasificare a lumii vii

Un sistem de clasificare exprimă scopul, concepția și principiile de ordonare a taxonilor, precum și originea și înrudirea lor. După scopul urmărit, sistemele de clasificare sunt **empirice**, **artificiale** și **filogenetice**.

Sistemele **empirice** de clasificare grupează organismele în funcție de scopul utilitar. Astfel, se disting plante medicinale, plante alimentare, plante toxice, plante ornamentale etc. (Pop și colab., 1983).

Sistemele **artificiale** de clasificare sunt elaborate pe baza analizei caracterelor morfologice ale organismelor. Un astfel de sistem de clasificare a fost elaborat de C. Linné, în anul 1735.

Sistemele **filogenetice** de clasificare sunt elaborate pe baza concepției evoluționiste asupra lumii vii. Aceste sisteme iau în considerare caractere (morfologice, structurale, fiziologice, biochimice, genetice etc.) foarte diverse, pe baza cărora reconstituie legăturile filogenetice ale diferitelor unități taxonomice (specie, gen, familie, ordin, clasă, încrengătură, regn, domeniu).

Sistemele filogenetice de clasificare sunt **monofiletice** și **polifiletice**. Sistemele monofiletice susțin originea comună și unică a unui grup de organisme dintr-un singur grup ancestral, prin **evoluție divergentă**. Sistemele polifiletice admit originea unui grup nou din mai multe grupe ancestrale, prin **evoluție convergentă**. De fapt, evoluția organismelor s-a realizat pe ambele căi (convergent și divergent).

De-a lungul timpului, s-au elaborat diverse sisteme de clasificare a lumii vii, care au fost mai mult sau mai puțin acceptate. Unele dintre acestea prezintă astăzi un caracter istoric.

Pe vremea lui Linné (1707-1778), toate organismele erau considerate plante sau animale. Animalele erau organisme care se mișcau, mâncau, respirau și creșteau până deveneau adulți. Plantele nu se mișcau, nu mâncau și nu respirau. Se părea că pot crește nedefinit. Pe măsură ce s-au descoperit noi grupe de organisme, acestea au fost clasificate ca plante sau ca animale (Raven și colab., 1992).

Este evident că divizarea fundamentală a lumii vii este în **procariote** și **eucariote** (Raven și colab., 1992).

Toate organismele vii au o organizare celulară, fiind constituite din una sau mai multe celule. În funcție de numărul de celule, există organisme unicelulare și respectiv pluricelulare. Procariotele (gr. pro = înainte; karyon = nucleu) sunt reprezentate de bacterii, inclusiv cianobacterii.

Celulele procariote se deosebesc de celulele eucariote prin faptul că le lipsește nucleul. Materialul lor genetic constă dintr-o moleculă unică, circulară, de ADN dc, care nu este asociată cu proteine histonice. Acest material genetic reprezintă nucleoidul. Procariotele nu au organite celulare înconjurată de membrane plasmatică și flageli cu microtubuli, nu prezintă diploidie și reproducere sexuată (Raven și colab., 1992).

Organismele eucariote sunt unicelulare și pluricelulare. Celulele eucariote (gr. eu = bun, adevărat; karyon = nucleu) au un nucleu definit care este înconjurat de o membrană dublă (anvelopă) nucleară. În interiorul nucleului se găsesc filamentele de ADN dc, asociate cu proteine histonice, care formează cromozomii.

Tabelul 1

Caractere distinctive ale celulelor procariote și eucariote

(după Virella, 1997)

Componenta celulară	Celula procariotă	Celula eucariotă
Mărimea celei	1 - 10 μm	10 – 100 μm
Structura peretelui celular	peptidoglican	chitină sau celuloză (când prezintă)
Organite celulare înconjurate de membrane	absente	prezente
Fixează azot atmosferic	unele specii	nu
Ribozomi	70 S	80 S în citoplasmă 70 S în mitocondrii și plastide
Membrana nucleară	absentă	prezentă
Numărul de cromozomi	1	>1
Forma ADN	circulară	lineară
Structura cromozomului	ADN dc	ADN dc asociat cu histone
Diviziunea celulară	fisiune binară	mitoză și meioză

Citoplasma celulară conține organite celulare (mitocondrii, plastide, reticul endoplasmic etc.) delimitate de membrane plasmactice. Flagelii și ciliile eucariotelor au structură caracteristică. Astfel, ei conțin doi microtubuli central, iar periferic nouă microtubuli.

Pe lângă aceste caractere, multe eucariote au două caracteristici importante, care nu există la procariote. Astfel, ele pot fi pluricelulare și se pot reproduce sexuat (Raven și colab., 1992).

De la începuturile biologiei ca știință, organismele au fost clasificate în plante și animale. Descoperirile biologice din ultimul secol au arătat că sistemul cu două regnuri este prea simplificat. Mulți biologi au fost de acord să clasifice organismele în cinci regnuri, după cum a sugerat, pentru prima dată, Robert H. Wittaker. Organismele sunt clasificate în cinci regnuri (Margulis, 2000), pe baza a cel puțin trei criterii majore:

- 1) tipul de celulă – procariotă sau eucariotă;
- 2) nivelul de organizare – unicelulare (solitare sau coloniale) ori pluricelulare;
- 3) tipul de nutriție (Prescott și colab., 1996).

Cele cinci regnuri ale lumii vii sunt **Monera** sau **Procaryotae**, **Protista**, **Fungi**, **Animalia** și **Plantae**.

Sistemul de clasificare cu cinci regnuri nu este acceptat de către toți microbiologii. Problema majoră e că acest sistem nu face distincția între arhebacterii și eubacterii. De asemenea, regnul **Protista** este mult prea diversificat, pentru a fi util din punct de vedere taxonomic. Pe lângă acestea, granițele dintre regnurile **Protista**, **Plantae** și **Fungi** nu sunt bine definite (Prescott și colab., 1996).

În unele sisteme de clasificare, care astăzi au un caracter istoric, plantele sunt împărțite în **Thallophytae** și **Cormophytae**. Talofitele se caracterizează prin corp vegetativ

denumit **tal** care poate fi unicelular sau pluricelular. În categoria talofitelor erau incluse bacteriile, algele, ciupercile, lichenii și mușchii. Cormofitele au corpul vegetativ (**cormul**) diferențiat în organe vegetative (rădăcină, tulpină, frunze) formate din țesuturi meristematice și țesuturi definitive. O caracteristică a cormofitelor este existența cilindrului central în care se găsesc țesuturi conducătoare specializate (Toma și Niță, 2000). În categoria cormofitelor sunt incluse pteridofitele și spermatofitele (plantele cu sămânță). Unele noțiuni (talofite, cormofite) ale acestui sistem de clasificare sunt folosite, încă, în literatura de specialitate.

Sistemul actual de clasificare grupează organismele în **domenii**, iar acestea sunt cele mai cuprinzătoare unități taxonomice de grupare a organismelor (Luketa, 2012).

Conform sistemului actual de clasificare, există 3 domenii ale vieții: **Prokarya (Bacteria, Eubacteria)**, **Archaea** și **Eukarya** (Luketa, 2012). Primele două domenii cuprind organismele procariote, iar **Eukarya** organismele eucariote (Luketa, 2012), care sunt grupate în regnurile **Protista, Fungi, Animalia** și **Plantae**.

Sistemele actuale de clasificare prezintă și anumite limite. Astfel, acestea nu delimitează precis locul virusurilor în lumea vie.

Deși virusurile, bacteriile, algele și ciupercile nu trebuie considerate plante, ele sunt incluse aici ca o tradiție. Se consideră că ele se studiază în partea legată de botanică, după cum botanica a fost considerată o parte a medicinei. Virusologia, bacteriologia, algologia și micologia sunt domenii de sine stătătoare, deși sunt "umbrite" de botanică (Raven și colab., 1992).

4. Unități taxonomice

În sistemele de clasificare se operează cu unități (categorii) taxonomice. Orice unitate de clasificare se numește **taxon**. Unitatea fundamentală în sistematică este **specia**. În raport cu aceasta, celelalte unități de clasificare sunt taxoni intraspecifici (subspecia, varietatea, biotipul) sau taxoni supraspecifici (genul, familia, clasa ș.a.). Denumirea științifică a taxonilor este stabilită conform regulilor **Codului Internațional de Nomenclatură Botanică** (Raven și colab., 1992).

Pentru denumirea speciilor se folosește sistemul binominal (Tab.2). Fiecare specie (ex. *Chlorella vulgaris*) este denumită prin două cuvinte latine, dintre care primul (scris cu majusculă) este numele generic, iar al doilea este numele specific (Pop și colab., 1983).

Taxonii intraspecifici se abreviază astfel: subsp.= subspecie, var.= varietate, cv.= cultivar sau soi.

Un nume de gen poate fi descris singur, când se face referire la întregul grup de specii pe care le cuprinde. Domeniul este cea mai mare unitate taxonomică utilizată în clasificarea biologică. Oamenii de știință au adăugat alte unități taxonomice între gen și domeniu (Tab. 2). De aceea, genurile sunt grupate în familii, familiile în ordine, ordinele în clase, clasele în încrengături, încrengăturile în regnuri etc. (Raven și colab., 1992).

Anumite reguli, în formarea numelor pentru diferite unități taxonomice, fac posibilă recunoașterea lor. Astfel, pe baza sufixului prezent, la anumite unități taxonomice, le putem recunoaște (Tab. 2).

Tabelul 2

Unități taxonomice folosite în Botanica sistematică

(după Sitte și colab., 1998; Luketa, 2012)

Unitatea taxonomică	Sufixul	Exemple
Domeniul		Eukarya
Regnul	-	Plantae
Subregnul	- bionta	Cormobionta
Încrengătura	- phyta - mycota	Spermatophyta Ascomycota
Subîncrengătura	- phytina - mycotina	Magnoliophytina Agaricomycotina
Clasa	- atae - mycetes - phyceae	Liliatae Agaricomycetes Chlorophyceae
Subclasa	- idae	Asteridae
Ordinul	- ales	Asterales
Familia	- aceae	Asteraceae (Compositae)
Subfamilia	- oideae	Asteroideae
Genul	-	<i>Achillea</i> , <i>Chlorella</i>
Specia	-	<i>Achillea millefolium</i> , <i>Chlorella vulgaris</i>
Subspecia	-	<i>Achillea millefolium</i> subsp. <i>sudetica</i>
Forma	-	<i>Achillea millefolium</i> subsp. <i>sudetica</i> f. <i>rosea</i>

5. Apariția și evoluția vieții

Variațiile în structura și funcțiile organismelor actuale sunt rezultatul final al schimbărilor evolutive care au apărut de cel puțin 3,5 miliarde de ani.

Principalele evenimente evolutive, în lumea vie, sunt formarea procariotelor, evoluția eucariotelor, fecundația și meioza, alternanța de generații și adaptarea la mediul terestru (Scagel și colab., 1984).

Legături filogenetice ale organismelor

Planeta Pământ datează de aproximativ 4,5 miliarde de ani. În acele vremuri, s-a solidificat scoarța terestră și s-a format Oceanul Primar. Principalul component al atmosferei primare era hidrogenul (Lüttge și colab., 1992). Cele mai vechi roci sedimentare cunoscute sunt din Groenlanda și sunt de aproximativ 3,9 miliarde de ani (Raven și colab., 1992).

Treptat, s-a diversificat și s-a îmbogățit atmosfera primară. Aceasta cuprindea gaze precum H_2 , CH_4 , NH_3 , H_2S și H_2O (Lüttge și colab., 1992). În atmosfera primară, turbulentă, gazele se combinau în mod spontan, formând molecule mai mari, precum acidul cianhidric, etilena, etanolul, formaldehida și ureea (Lüttge și colab., 1992).

Datorită absenței stratului de ozon, în atmosfera primară, razele ultraviolete au bombardat suprafața Pământului și au luat parte la sinteza moleculelor biologice importante, ca acizi carboxilici, aminoacizi, lipide, proteine, nucleotide etc. (Lüttge și colab., 1992).

Primele organisme care au apărut în Oceanul Primar au fost procariotele anaerobe și heterotrofe care se hrăneau cu molecule organice. Aceste procariote heterotrofe datează de 3,5 miliarde de ani.

Pentru cel puțin 2 miliarde de ani, bacteriile au fost singurele forme de viață pe Pământ (Lüttge și colab., 1992).

În contrast cu aceste recorduri ale bacteriilor, cele mai vechi eucariote datează de 1,5 miliarde de ani. Eucariotele pluricelulare au început să evolueze cu cel puțin 700 de milioane de ani în urmă. Organismele eucariote unicelulare sunt încadrate în regnul **Protista**. Alături de acestea, în regnul **Protista** se găsesc eucariote pluricelulare precum algele roșii, algele brune și algele verzi (Raven și colab., 1992).

Relațiile dintre eucariote sunt foarte complexe, iar divizările în regnuri nu sunt unanim acceptate. Din aceste organisme protiste au derivat trei regnuri: **Plantae**, **Animalia** și **Fungi**.

Organismele pluricelulare își au originea în strămoși unicelulari. Plantele, animalele și ciupercile au derivat cu siguranță din diferite grupe de protiste unicelulare. Algele verzi includ strămoșii plantelor, dar aceste alge diferă foarte mult de orice plantă, pentru că ele sunt, în general, acvatice (Raven și colab., 1992).

Originea celulei eucariote

Se pare că celulele eucariote (Fig. 1) au apărut din celule procariote cu aproximativ 1,5 miliarde de ani în urmă. Una dintre cele mai semnificative caracteristici ale evoluției eucariotelor a fost achiziția de mitocondrii și cloroplaste. Aceste organite complexe au origine simbiotică, care se reflectă în structura și forma materialului genetic (ADN dc). Pentru explicarea originii celulei eucariote din strămoși procarioți au fost propuse două ipoteze.

Conform primei ipoteze, nucleii, mitocondriile și cloroplastele celulei eucariote au luat naștere prin invaginarea membranei plasmactice. Astfel, s-au format organite cu membrană dublă care conțin material genetic capabil de dezvoltare și specializare ulterioară. Se consideră că asemănările dintre cloroplaste și mitocondrii și bacteriile actuale se datorează conservării structurilor procariote primitive (Raven și colab., 1992). Structura și forma materialului genetic din mitocondrii și cloroplaste coincide cu cea a procariotelor.

A doua ipoteză privind originea celulei eucariote are mai mulți adepți. Conform **ipotezei endosimbiotice**, celulele eucariote au provenit din celule procariote prin endosimbioze succesive. Astfel, ipoteza endosimbiotică susține că o bacterie fermentativă liberă a format o legătură simbiotică permanentă cu o bacterie aerobă fotosintetizantă. Bacteria fotosintetizantă s-a transformat mai târziu în cloroplast. Cianobacteriile au fost considerate posibili strămoși ai cloroplastelor.

Mai recent, bacteria *Prochloron* a devenit candidatul favorit. Bacteria *Prochloron* trăiește în interiorul nevertebratelor marine. Aceasta se aseamănă cu cloroplastele pentru că prezintă **clorofilă a** și **clorofilă b**, dar nu are ficobiline. Existența acestei bacterii sugerează

că cloroplastele au un strămoș comun cu proclorofitele și cianobacteriile (Prescott și colab., 1996).

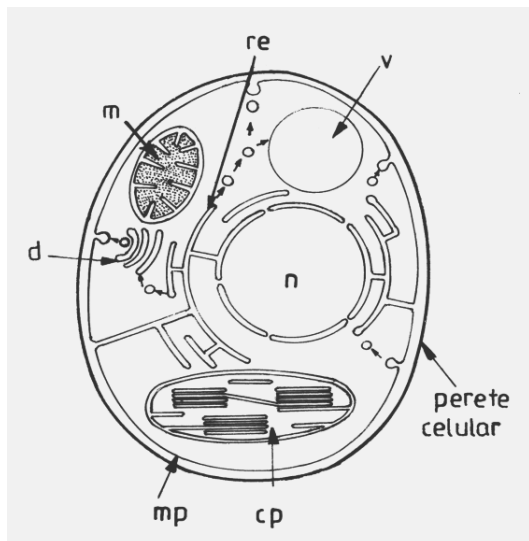


Fig. 1. Structura celulei eucariote vegetale:

cp. cloroplast; d. dictiozomi; mp. membrană plasmatică; m. mitocondrie; n. nucleu;
re. rețicul endoplasmic; v. vacuolă.

Conform ipotezei endosimbiotice, mitocondriile s-au format dintr-o relație endosimbiotică dintre bacterii anaerobe nesulfuroase purpurii și o bacterie liberă. Bacteriile nesulfuroase purpurii au membrana plasmatică ondulată care se aseamănă cu cristele care apar în interiorul mitocondriilor celulare. Totodată, între mitocondrii și bacteriile nesulfuroase purpurii există asemănări biochimice (Raven și colab., 1992).

De asemenea, s-a propus și ipoteza originii simbiotice a nucleilor, dar dovezile existente nu sunt convingătoare (Prescott și colab., 1996).

Ipoteza endosimbiozei este susținută de descoperirea unei cianobacterii endosimbiotice care coabitează cu un protist biflagelat (*Cyanophora paradoxa*). Această cianobacterie denumită **cianel** funcționează pe post de cloroplast.

Acest endosimbiont se aseamănă cu cianobacteriile, în ceea ce privește pigmenții fotosintetici și prezența peptidoglicanului în peretele celular. El se deosebește de cianobacterii prin faptul că îi lipsește membrana externă lipopolizaharidică din structura peretelui celular, caracteristică bacteriilor Gram-negative. Se consideră că acest endosimbiont poate evolua și poate da naștere unui cloroplast.

În prezent, cele două ipoteze privind originea celulei eucariote au susținători. Este posibil ca date științifice noi să ajute la rezolvarea problemei originii celulei eucariote. Oricum, aceste ipoteze tratează procese care au avut loc în trecutul îndepărtat și care nu pot fi observate direct. De aceea, probabil, nu se va ajunge niciodată la un consens, în ceea ce privește această problemă (Prescott și colab., 1996).

II. BOTANICĂ SISTEMATICĂ SPECIALĂ

În cadrul acestui volum, este folosit sistemul actual de clasificare a organismelor cu domenii, regnuri, încrângături, clase etc. Totodată, prezentarea categoriilor sistematice este realizată în funcție de informația actuală de specialitate din diferite domenii (virusologie, algologie, micologie, briologie) și de scopul didactic al volumului (Pârvu, 2003).

1. Bacterii

Domeniile **Bacteria (Eubacteria)** și **Archaea (Archaeobacteria)** cuprind organismele procariote cunoscute sub denumirea de **bacterii** sau **Schizophyta** (gr. bactirion = bastonaș; skizein = a despică; phyton = plantă).

1.1. Morfologie

Bacteriile variază ca formă, structură și compoziție celulară. Forma bacteriilor este foarte variată, este determinată genetic (Muntean, 2009) și este un criteriu de clasificare a bacteriilor (Raven și colab., 1992). Bacteriile prezintă mai multe forme fundamentale: sferică (coc), cocobacil, bastonaș drept (bacil), bastonaș curbat (vibriion), bastonaș spiralat (spiril) și filament ramificat (Fig. 2).

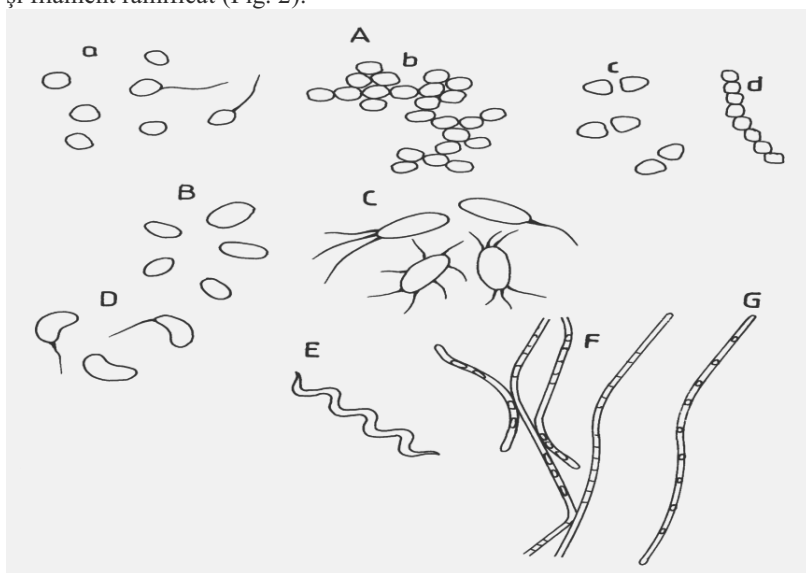


Fig. 2. Forme fundamentale de bacterii:

- A. coc: a. coc (cu și fără flagel); b. stafilococ; c. diplococ; d. streptococ; B. cocobacil;
C. bacil (monotrih, lofotrih, amfilotrih și peritrih); D. vibriion; E. spiril*;
F. filament ramificat (cu și fără endospori); G. filament** (*tip *Treponema*; ** tip *Beggiatoa*).

Bacteriile denumite coc (gr. kokkos = sămânță) au formă aproximativ sferică și prezintă mai multe tipuri morfologice, în funcție de modul de grupare a celulelor în urma diviziunilor celulare succesive (Muntean, 2009). Bacteriile sferice pot fi solitare (**micrococ**) sau grupate: câte două în **diplococ** (gr. diplos=dublu); câte 4 celule în **tetracoc**; câte 8 sau 16 celule (**sarcină**) dispuse sub formă de cub; sub formă de **șirag** de celule denumit **streptococ** (gr. streptos =împletit); sub formă de grupări neregulate de celule în **stafilococ** (gr. staphylos = ciorchine) (Fig. 2).

Bacteriile cilindrice (drepte) sunt denumite bacil (lat. bacillum = bastonaș) sau **bastonaș** și prezintă mai multe tipuri morfologice (bastonaș izolat, diplobacil, streptobacil etc.), precum **cocii**, în funcție de gruparea celulelor în urma diviziunilor celulare succesive (Muntean, 2009).

Pe lângă formele fundamentale, bacteriile pot prezenta și o serie de forme intermediare. La unele bacterii, forma se poate modifica sub influența unor factori interni sau externi (hrană, lumină, temperatură).

1.2. Structură celulară

Celula bacteriană (Fig. 3) este constituită din două categorii de structuri: obligatorii (nucleoid, citoplasmă, membrană citoplasmatică, perete celular etc.) și facultative (plasmide, capsulă, cili).

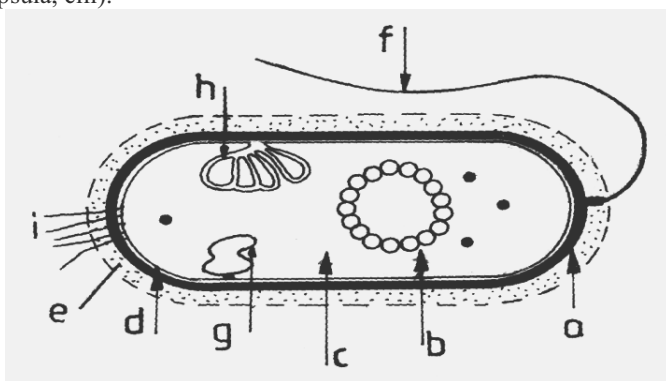


Fig. 3. Structura celulei bacteriene:

a. perete celular; b. nucleoid; c. citoplasmă; d. membrană plasmatică; e. capsulă (teacă) gelatinoasă; f. flagel; g. plasmid; h. mezozom; i. pili.

Nucleoidul este deținătorul informației genetice a bacteriei și este responsabil de ereditatea cromozomială. Cromozomul bacterian este format dintr-o singură moleculă circulară de ADN dc. Molecula de ADNdc prezintă o structură compactă, datorită prezenței pe cromozom a circa 40 – 80 de zone de suprarăsucire. La majoritatea procariotelor, suprarăsucirile sunt negative, iar la arhebacterii sunt pozitive (Israil, 2000). Dintre procariote, numai la arhebacterii s-au descris histone în structura cromozomului bacterian.

Cele două tipuri de histone descrise sunt total diferite de cele existente în cromozomii eucariotelor (Israil, 2000).

Din punct de vedere genetic, bacteriile sunt haploide, iar diploidia apare ca urmare a unui proces de transfer genetic.

Citoplasma este un sistem coloidal format din proteine, nucleoproteine, lipide, hidrați de carbon, apă și substanțe minerale. În citoplasmă se află organite celulare specifice celulei procariote.

Membrana citoplasmatică sau **citolema** se află la exteriorul citoplasmei și este formată din proteine și lipide.

Peretele celular este o structură rigidă care menține forma celulei bacteriene și are spre interior membrana citoplasmatică. La bacteriile Gram-pozitive și Gram-negative, peretele celular este format din **peptidoglican (mureină)** care este componentul principal și **matricea** sau **matrixul** (Muntean, 2009). Rigiditatea peretelui celular bacterian este conferită de **peptidoglican (mureină)**. În lumea vie, **peptidoglicanul** este prezent numai la bacterii.

Bacteriile Gram-pozitive au peretele celular alcătuit din **peptidoglican**, acizi teichoici, acizi teichuronici și polizaharide (Zarnea, 1983; Muntean, 2009).

Bacteriile Gram-negative au peretele celular situat între membrana citoplasmatică (internă) și o altă **membrană externă** de natură **lipopolizaharidică** (Muntean, 2009). Spațiul dintre cele două membrane, în care se găsește peretele celular, se numește spațiu periplasmic (Crăciun și colab., 1999). La bacteriile Gram-negative, peretele celular este format din peptidoglican, lipoproteine, lipopolizaharide și fosfolipide. Prezența membranei externe la bacteriile Gram-negative și absența acesteia la bacteriile Gram-pozitive reprezintă o deosebire importantă (Bontaș, 1998).

Majoritatea speciilor de **Archaea** au perete celular cu compoziție chimică și structură diferită de peretele celular al bacteriilor. Astfel, unele specii de **Archaea** au peretele celular alcătuit din pseudopeptidoglican, iar altele au peretele celular cu o structură mai simplă, de natură polizaharidică, proteică sau glicoproteică (Muntean, 2009).

Plasmidele sunt alcătuite din ADN extranuclear și sunt situate în citoplasmă. În plasmide se pot afla gene ale patogenității bacteriilor. Arhebacteriile au puține plasmide. Toate arhebacteriile rezistă la acțiunea lizozimului și a penicilinei (Prescott și colab., 1996; Muntean, 2009).

Capsula este o structură polizaharidică extraparietală care acoperă celula bacteriană pe toată suprafața sau numai parțial.

Cilii sunt organite filamentoase care au rol în locomoția bacteriilor și care sunt alcătuiți din substanțe proteice denumite **flageline**. Numărul și dispoziția cililor constituie un caracter taxonomic important. După numărul și dispoziția cililor, sunt mai multe tipuri de bacterii: **atrihe** – fără cili; **monotrihe** – cu un cil; **amfitrihe** – cu câte un cil la fiecare pol; **lofotrihe** – cu un smoc de cili la un capăt; **amfilofotrihe** – cu câte un smoc de cili la ambele capete; **peritrihe** – cu cili de jur împrejurul celulei (Fig. 2).

Pilii sunt apendici filamentoși care se întâlnesc la multe bacterii mobile și imobile. Aceștia sunt mai scurți și mai subțiri decât flagelii și se găsesc, deseori, la polii celulei (Fig. 3). Pilii nu au rol în mișcarea bacteriilor, dar se presupune că au importanță în adeziunea

celulară (Scagel și colab., 1984). Anumiți pili au rol în schimbul de material genetic între bacterii (Raven și colab., 1992).

1.3. Nutriție

După modul de nutriție, bacteriile se împart în două grupe mari: autotrofe și heterotrofe. Majoritatea bacteriilor sunt heterotrofe (saprofite și parazite). Cea mai mare parte a heterotrofelor o reprezintă bacteriile saprofite. Acestea obțin energia necesară creșterii și dezvoltării, prin descompunerea materiei organice moarte.

Totodată, bacteriile și ciupercile saprofite contribuie, prin descompunerea materiei organice moarte, la circuitul C, N, S, P etc. în natură.

În categoria bacteriilor saprofite sunt incluse și bacteriile de fermentație. L. Pasteur a definit fermentația (în 1861) ca "viață fără aer". Fermentația este un proces de catabolism care are loc în condiții de anaerobioză și în care energia este obținută prin utilizarea unor compuși organici, atât ca donatori, cât și ca acceptori de electroni (Zarnea, 1984).

Dintre fermentațiile realizate de bacterii menționăm fermentația lactică, fermentația alcoolică, fermentația butirică, fermentația homoacetică și fermentația propionică (Zarnea, 1984).

Bacteriile parazite se dezvoltă pe seama țesuturilor vii ale organismelor (plante, animale, oameni). La acestea, bacteriile produc diferite boli cunoscute sub denumirea de bacterioze. Bacteriile parazite se deosebesc între ele și în ceea ce privește gradul de parazitism. Unele sunt parazite, facultativ saprofite, iar alte bacterii (**Rickettsiales**, **Chlamydiales**) sunt parazite obligate.

Bacteriile autotrofe prezintă capacitatea de a sintetiza substanțele organice necesare vieții prin procesele de fotosinteză sau chemosinteză. În funcție de natura sursei de energie folosite, bacteriile autotrofe sunt chemosintetizante și fotosintetizante. Bacteriile fotoautotrofe (fotosintetizante) folosesc energia radiațiilor luminoase pentru sinteza substanțelor organice, iar cele chemosintetizante utilizează energia rezultată din oxidarea unor compuși anorganici (NH_3 , H_2S , S^0 , Fe^{2+} , H_2).

Fotosinteza bacteriană este anaerobă, cu excepția celei realizate de cianobacterii. Bacteriile fotosintetice anoxigenice nu produc oxigen în procesul de fotosinteză, dar formează granule de sulf pe care-l depozitează intracelular sau extracelular (Tab. 3).

Din categoria bacteriilor chemosintetizante fac parte următoarele categorii: nitrifbacteriile, nitratbacteriile, *Thiobacillus*, ferobacteriile, bacteriile metanogene și bacteriile acetogene (Zarnea, 1984).

În funcție de cerințele pe care le au față de oxigen, bacteriile pot fi grupate în patru categorii: bacterii strict sau obligatoriu aerobe, bacterii strict sau obligatoriu anaerobe, bacterii microaerofile și bacterii anaerobe, facultativ aerobe (Zarnea, 1984).

Bacteriile strict sau obligatoriu aerobe (*Bacillus anthracis*, *B. subtilis*, *Mycobacterium tuberculosis* etc.) au nevoie absolută de prezența oxigenului molecular și sunt incapabile să trăiască în anaerobioză.

Bacteriile strict sau obligatoriu anaerobe (*Clostridium tetani*, *C. botulinum* etc.) nu se pot dezvolta în prezența oxigenului molecular. Ca urmare, pot fi cultivate numai în medii sărăcite de O_2 .

Bacteriile anaerobe, facultativ aerobe (*E. coli*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*) au capacitatea de a se dezvolta deopotrivă în prezența sau absența O₂ (Zarnea, 1984).

Unele bacterii trăiesc în simbioză cu rădăcinile plantelor. Aceste bacterii pot fixa azotul atmosferic cu ajutorul enzimei cunoscută sub numele de **nitrogenază** (Muntean, 2009). Alte bacterii secretă toxine cu structură diferită (proteine, polizaharide etc.), care sunt foarte periculoase pentru organisme (Pârvu, 2003).

1.4. Înmulțire

Înmulțirea bacteriilor se realizează pe cale vegetativă și pe cale asexuată, prin spori specializați denumiți **endospori**.

La majoritatea bacteriilor, reproducerea se face pe **cale vegetativă**, prin **fisiune binară** (fragmentare celulară, sciziparitate). În acest proces, conținutul celulei bacteriene se împarte în două părți egale, prin invaginarea membranei plasmatică și a peretelui celular (Fig. 4). Înainte cu 20 – 30 de minute de fragmentare, nucleoidul celulei se divide, prin atașare de mezozom. Pe măsură ce mezozomul se divide, se formează cele două jumătăți, care se despart ușor. Fiecare mezozom format poartă câte o moleculă circulară de ADN (Scagel și colab., 1984).

Celulele bacteriene formate prin fisiune binară cresc în dimensiuni și apoi se divid din nou. În condiții ideale, o bacterie se divide la fiecare 20 – 30 de minute. Teoretic, această rată de reproducere ar putea produce un număr imens de celule bacteriene în câteva ore. Din fericire, diferiți factori naturali, cum ar fi hrana limitată, acumularea de produși metabolici și competiția, previn astfel de creșteri (Scagel și colab., 1984).

Un alt tip de înmulțire implică formarea **endosporilor** – celule asexuate specializate. Endosporii se formează în interiorul celulei bacteriene. În jurul fiecărui spor, care conține molecula de ADN, se formează un înveliș protector foarte gros. Capacitatea de supraviețuire a acestor spori, în condiții nefavorabile (fierbere, acțiunea unor produse chimice etc.), este enormă. La unele specii, endosporii pot fi viabili mai mult de 50 de ani (Scagel și colab., 1984).

Germinarea endosporului dă naștere unei singure celule. Acesta nu determină o creștere a numărului de celule bacteriene. Endosporul asigură supraviețuirea bacteriilor, în condiții nefavorabile de mediu. Una dintre speciile care formează endospori este *Bacillus anthracis*.

La procariote, nu este cunoscută înmulțirea sexuată ca la eucariote, atât timp cât nu există meioză și fecundație.

Un alt tip de reproducere caracteristic bacteriilor este recombinația genetică. Aceasta implică transferul unilateral al unei porțiuni din molecula de ADN de la o celulă la alta. Recombinarea genetică a bacteriilor se realizează prin **conjugare**, prin **transducție** și prin **transformare**.

Conjugarea asigură transferul unui fragment de ADN, dintr-o celulă bacteriană în alta, printr-o punte intercelulară temporară. În cazul recombinației genetice prin transformare, transferul fragmentului de ADN se realizează prin intermediul unei celule lipsite de ADN. Transducția presupune transferul fragmentelor de ADN dintr-o celulă în alta, prin **virusuri bacteriene** (bacteriofagi, fagi).

Fragmentul de ADN introdus în celule, prin recombinare genetică, poate provoca schimbări ereditare la urmași. Celula receptoare este diploidă, pentru acea porțiune de ADN primită. Starea diploidă parțială este efemeră (Scagel și colab., 1984).

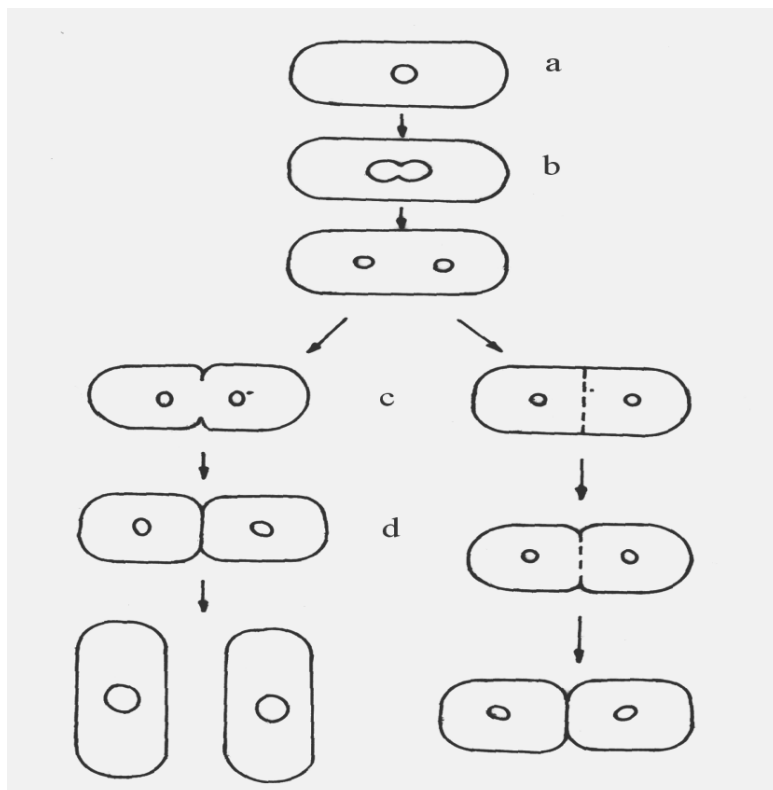


Fig. 4. Înmulțirea bacteriilor prin fisiune binară (sciziparitate):
a. celulă vegetativă; b. celulă în curs de diviziune; c. formarea peretelui celular despărțitor; d. celule fiice formate prin fisiune binară.

În aproape toate celulele bacteriene, pe lângă ADN cromozomal, mai există fragmente mici, circulare, de ADN, denumite **plasmide**. Transferul plasmidelor prin recombinare genetică este important pentru moștenirea caracterelor, cum ar fi rezistența la antibiotice. Ingineria genetică se bazează, în principal, pe folosirea plasmidelor bacteriene (Raven și colab., 1992).

Variabilitatea genetică a bacteriilor este realizată și prin **mutații**. Mutația este sursa majoră a variabilității, pentru cele mai multe bacterii, la care nu se cunoaște recombinarea genetică. Dat fiind faptul că anumite bacterii se divid la fiecare 12,5 minute, în condiții optime, mutațiile devin stabile în populație (Raven și colab., 1992).

1.5. Clasificare

Nomenclatura și clasificarea bacteriilor a preocupat mulți cercetători, dintre care menționăm pe Săvulescu (1947), Krasilnikov (1949), Bergey (1974), Holt și colab. (1994), Prescott și colab. (1996) etc.

Clasificarea bacteriilor se realizează în funcție de caracterele lor morfologice, fiziologice, biochimice (enzime, toxine, proteine, acizi nucleici), genetice etc. Datele recente din literatură grupează bacteriile în două domenii, care cuprind 35 de încrengături, dintre care 30 de încrengături în **domeniul Bacteria** și **5 încrengături în Archaea** (<http://www.bacterio.net/-classification.html>).

1.5.1. Domeniul Archaeobacteria

Arhebacteriile sunt considerate cele mai vechi organisme care trăiesc pe Pământ. Acestea sunt organisme unicelulare procariote, anaerobe obligate, cu dimensiuni de la 1 μm la 15 μm. Unele arhebacterii au flageli. O caracteristică foarte importantă a lor este că peretele celular nu conține peptidoglican, ci este format din pseudomureină (**IA**).

Ca urmare, arhebacteriile rezistă la grupele majore de antibiotice. Arhebacteriile au lipide în membrana celulară (**IAC**).

ARN polimeraza și proteinele ribozomale de la arhebacterii sunt foarte asemănătoare cu cele de la eucariote (**IA**).

Arhebacteriile sunt grupate în 5 încrengături, precum sunt **Euryarchaeota** și **Crenarchaeota**. Încrengătura **Euryarchaeota** cuprinde arhebacterii metanogene și arhebacterii halofile, iar **Crenarchaeota** cuprinde arhebacterii termofile, arhebacterii hipertermofile și arhebacterii termoacidofile și se găsesc frecvent în ape marine (**IAC**).

Arhebacterii metanogene

Acestea obțin energie prin convertirea CO₂, H₂, formiatului, metanolului etc. la metan sau metan și CO₂. Ele sunt strict anaerobe. Forma arhebacteriilor metanogene este diferită: bastonașe lungi sau filamente la *Methanobacterium* (**IAMB**), bastonașe scurte și curbate la *Methanomicrobium* (**IAMM**), coci neregulați la *Methanococcus* (**IAMC**).

Arhebacteriile metanogene sunt grupate în mai multe ordine, precum **Methanobacteriales**, **Methanococcales**, **Methanomicrobiales** etc. și se dezvoltă în medii anaerobe (rumenul și tractul intestinal al animalelor, sedimente dulcicole și marine, mlaștini, izvoare termale etc.), bogate în substanțe organice (Prescott și colab., 1996).

Arhebacterii halofile

Acestea sunt **Gram-negative** sau **Gram-pozitive** și au formă diferită (bastonașe cocoide sau neregulate). Pentru creștere, necesită concentrații mari de NaCl (≥1,5 M). Unele specii conțin bacteriorodopsină și folosesc lumina pentru sinteza ATP. Coloniile acestor specii au tentă roșiatică. Dintre arhebacteriile halofile extreme menționăm *Halobacterium*

(1AHb) și *Halococcus* (1AHc) (Prescott și colab., 1996) care fac parte din ordinul **Halobacteriales**, clasa **Halobacteria**, **Euryarchaeota** (IBClas).

Mediul de viață

De obicei, arhebacteriile preferă mediile acvatice sau terestre extreme. Acestea sunt prezente în medii anaerobe, hipersaline și cu temperaturi înalte. Unele sunt mezofile, altele sunt hipertermofile și pot crește la peste 100 °C.

Recent, arhebacteriile au fost descoperite în ape reci. Se pare că ele formează 34% din biomasa procariotă de la suprafața apelor de pe coasta antarctică. Puține specii sunt simbiote în sistemul digestiv al animalelor (Prescott și colab., 1996).

1.5.2. Domeniul Bacteria (Eubacteria)

Domeniul **Bacteria** (**Eubacteria**) cuprinde eubacteriile **Gram-pozitive**, eubacteriile **Gram-negative** și **micoplasmale**. Mai sunt cunoscute ca fiind bacteriile adevărate, deoarece caracterele generale ale acestora coincid cu ale bacteriilor. Acestea au formă diferită, nutriție diferită și se întâlnesc în diferite medii de viață. Încrângătura **Firmicutes** (lat. firmus=puternic, cutis=piele; referire la peretele celular) cuprinde bacterii care au formă de coc sau bastonaș și care au, în general, stuctura peretelui celular Gram-pozitivă. Multe **Firmicutes** produc endospori care rezistă la uscăciune și asigură supraviețuirea în condiții nefavorabile de mediu. Aceste bacterii sunt grupate în genuri precum *Bacillus*, *Listeria*, *Staphylococcus* (din ordinul **Bacillales**), *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Clostridium*, *Eubacterium*, *Heliobacteria* etc. (din ordinul **Lactobacillales**). Multe bacterii sunt patogeni importanți (**IB**).

Genul *Bacillus* (**1BB**) face parte din familia **Bacillaceae**, ordinul **Bacillales**, clasa **Bacilli**, încrângătura **Firmicutes**. Acest gen cuprinde bacterii care au formă de bastonaș, sunt Gram-pozitive și formează endospori. Astfel, *Bacillus cereus* alterează alimentele și poate infecta oamenii. *B. anthracis* este agentul cauzal al antraxului; poate afecta atât animalele de fermă, cât și oamenii. *B. thuringiensis* este folosit în practică ca insecticid, datorită unor toxine proteice pe care le formează. *B. subtilis* (lat. bacillum = băț, vergea; subtilis = subțire, fin, delicat) este o specie frecvent întâlnită, în natură (Prescott și colab., 1996). Aceasta poate determina putrezirea fânului, în condiții de umiditate ridicată.

Genul *Staphylococcus* (**1BS**) face parte din familia **Staphylococcaceae**, ordinul **Bacillales**, clasa **Bacilli**, încrângătura **Firmicutes**. Acest gen cuprinde coci Gram-pozitivi, facultativ anaerobi, imobili, care formează, de obicei, grămezi neregulate (Prescott și colab., 1996). Stafilococii cauzează multe boli umane. Astfel, *Staphylococcus aureus* este cel mai important patogen stafilococ uman, care produce abcese, infecții ale rănilor, pneumonie etc. (Prescott și colab., 1996).

Genul *Lactobacillus* (**1BL**) face parte din familia **Lactobacillaceae**, ordinul **Lactobacillales**, clasa **Bacilli**, încrângătura **Firmicutes**. Acest genm cuprinde bastonașe Gram-pozitive, regulate, nesporogene, de obicei imobile. În acest gen sunt bacterii care produc fermentație lactică. Astfel, *Lactobacillus casei* descompune glucoza din lapte și are ca produs de fermentație acidul lactic (Zarnea, 1984). Specia *Lactobacillus bulgaricus* este

folosită pentru prepararea iaurtului, alături de *Streptococcus thermophilus* (Prescott și colab., 1996). Speciile genului *Lactobacillus* sunt indispensabile, în industria alimentară. Acestea sunt folosite la fabricarea berii, vinului, sucurilor, brânzeturilor, iaurtului și cârnaților (Prescott și colab., 1996).

Încrângătura **Tenericutes** (lat. tener = moale, cutis = piele; referire la peretele celular) cuprinde bacteriile care nu au perete celular, pentru că nu pot sintetiza precursori ai peptidoglicanului. Aceste bacterii sunt grupate în clasa **Mollicutes** (lat. mollis = moale, pliabil; cutis=piele; referire la peretele celular). Datorită faptului că prezintă doar membrană plasmatică, aceste procariote sunt **pleomorfe** și au formă diferită (sferice, piriforme, filamente ramificate și helicale sau spiralate). Ele sunt cele mai mici bacterii capabile de reproducere (Prescott și colab., 1996). Micoplasmele sunt foarte răspândite în natură. Genuri semnificative sunt *Mycoplasma*, *Spiroplasma*, *Ureaplasma* și *Phytoplasma*. Multe micoplasme produc boli la plante, animale și oameni (Prescott și colab., 1996).

Încrângătura **Proteobacteria (IBClas)** cuprinde un grup mare de bacterii Gram-negative, dintre care fac parte patogeni importanți din genurile *Escherichia*, *Salmonella*, *Vibrio*, *Helicobacter*, *Legionella* etc. Alte genuri notabile din această încrângătură sunt *Agrobacterium*, *Beggiatoa*, *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Rhizobium* etc.

Genul *Rhizobium* (**1BR**) face parte din familia **Rhizobiaceae**, ordinul **Rhizobiales**, clasa **Alphaproteobacteria**, încrângătura **Proteobacteria**. Acest gen cuprinde bacterii care au formă de bastonaș, sunt fixatoare de azot și stimulează formarea de nodozități pe rădăcinile plantelor. O specie comună este *Rhizobium leguminosarum* (gr. rhiza = rădăcină; bios = viață; lat. leguminosarum = a leguminoaselor) care produce nodozități pe rădăcinile plantelor leguminoase (Fig. 5).

Genul *Agrobacterium* (**1BA**) face parte din familia **Rhizobiaceae**, ordinul **Rhizobiales**, clasa **Alphaproteobacteria**, încrângătura **Proteobacteria**. Acest gen cuprinde specii bacilare care nu stimulează formarea nodozităților pe rădăcinile plantelor și nu fixează azot atmosferic. Speciile de *Agrobacterium* invadează țesuturile plantelor și transformă celulele acestora în celule tumorigene care se divid haotic. Cea mai studiată specie este *Agrobacterium tumefaciens* (gr. agros = câmp; ager, agri = ogor; lat. tumefactus = tumescent, care se umflă) (Fig. 6). Aceasta pătrunde în plante prin răni și determină **cancerul bacterian**. Capacitatea de a forma tumori este dependentă de prezența unui **plasmid** mare Ti (inductor de tumori) în celula bacteriană.

Genul *Beggiatoa* (**1BBeg**) face parte din familia **Thiotrichaceae**, ordinul **Thiotrichales**, clasa **Gammaproteobacteria**, încrângătura **Proteobacteria**. Acest gen cuprinde bacterii filamentoase, Gram-negative, care sunt capabile să oxideze H₂S. La *Beggiatoa*, se formează granule de sulf care este depozitat intracelular. O specie acvatică comună care se întâlnește în ape sulfuroase este *Beggiatoa alba* (Fig. 2 pct. G; Fig. 6B).

Genul *Pseudomonas* (**1BP**) face parte din familia **Pseudomonadaceae**, ordinul **Pseudomonadales**, clasa **Gammaproteobacteria**, încrângătura **Proteobacteria**. Acest gen cuprinde bacterii care au formă de bastonaș și care prezintă flageli. Unele specii de *Pseudomonas* sunt patogeni importanți ai plantelor și animalelor.

P. fluorescens este responsabilă de degradarea laptelui congelat, a cărnii, ouălor. Această specie se dezvoltă la 4 °C și degradează lipidele și proteinele (Prescott și colab., 1996).

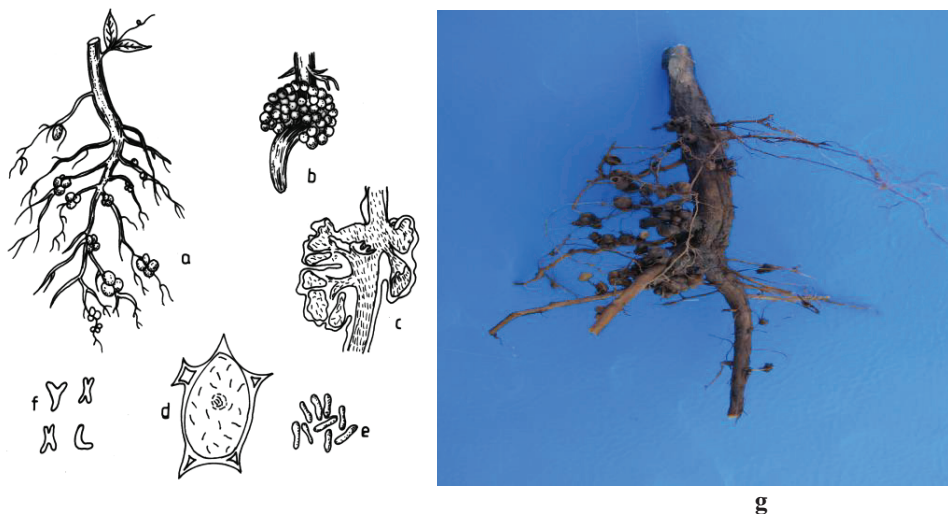
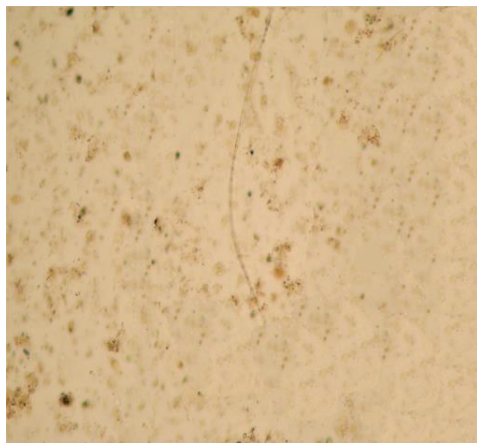


Fig. 5. *Rhizobium leguminosarum*:

a. rădăcină cu nodozități; b. nodozitate; c. nodozitate secționată; d. celulă parenchimatică cu bacterii; e. forme bacteriene; f. forme de bacterii modificate (involuate); g. nodozități pe rădăcină de *Glycine max* (soia).



A



B

Fig. 6. A. plantă cu cancer produs de *Agrobacterium tumefaciens*; B. bastonaș de *Beggiatoa alba* (la microscop optic).

Genul *Escherichia* (**1BE**) face parte din familia **Enterobacteriaceae**, ordinul **Enterobacteriales**, clasa **Gammaproteobacteria**, încregătura **Proteobacteria**. Acest gen

cuprinde bacterii Gram-negative care au formă de bastonaș și sunt denumite enterobacterii sau bacterii enterice. *Escherichia coli* este cea mai studiată bacterie, fiind organismul de experiență pentru majoritatea microbiologilor. Această bacterie se întâlnește în colonul uman și al altor organisme homeoterme și este folosită în analiza apei pentru contaminarea fecală. Unele tulpini cauzează gastroenterite și infecții ale tractului urinar (Prescott și colab., 1996).

Încrengătura **Actinobacteria** cuprinde bacterii Gram-pozitive cu conținut mare de G+C în ADN și reprezintă una dintre cele mai mari încrengături de bacterii. Au formă diferită (de la forme cocoide la forme filamentoase) și prezintă nutriție saprofită și/sau parazită (Barka et al., 2016). Actinobacteriile joacă un rol important ca simbioți și ca patogeni în comunităților microbiene asociate plantelor. Aceste bacterii au o importanță majoră pentru biotehnologie, medicină și agricultură (Barka et al., 2016). Dintre genurile caracteristice menționăm *Mycobacterium*, *Corynebacterium* și *Streptomyces* (**IBClas**).

Genul *Mycobacterium* (**IBM**) face parte din familia **Mycobacteriaceae**, ordinul **Actinomycetales**, clasa **Actinobacteria**, încrengătura **Actinobacteria**. Acest gen cuprinde eubacterii Gram-pozitive, aerobe, care au formă de bastonaș (drept sau ușor curbat) sau de filamente. Acestea cuprind specii saprofite și specii parazite. Ele sunt cunoscute ca patogeni importanți, la om și animale. Astfel, *Mycobacterium bovis* produce tuberculoza la animale, iar *M. tuberculosis* la om. O altă boală micobacteriană la om este lepra cauzată de *Mycobacterium leprae* (Prescott și colab., 1996).

Genul *Streptomyces* (**IBS**) face parte din familia **Streptomycetaceae**, ordinul **Actinomycetales**, clasa **Actinobacteria**, încrengătura **Actinobacteria**. Acest gen cuprinde bacterii Gram-pozitive, aerobe, care formează filamente și spori asexuați. Dintre speciile acestui gen menționăm bacteria *Streptomyces griseus* care produce streptomicină.

1.5.2.1. Bacterii fotosintetice

Se disting două grupe de bacterii fotosintetice: anoxigenice și oxigenice. Procariotele fotosintetice (fotoautotrofe) oxigenice cuprind **Cyanobacteria** (cianobacteriile, cianofitele, algele albastre-verzi). La acestea, fotosinteza este un proces aerob, în care apa este donatorul de hidrogen și în care se eliberează oxigen molecular. Aceasta este identică cu fotosinteza eucariotelor.

Procariotele fotosintetice anoxigenice cuprind două grupe distincte, precum bacteriile purpurii și bacteriile verzi (Tab. 3). Acestea nu pot folosi apa ca sursă de electroni, în procesul de fotosinteză, ci molecule reduse (H_2S , S, H_2 , substanțe organice). Ele nu produc oxigen în procesul de fotosinteză, dar majoritatea formează granule de sulf.

1.5.2.2. Bacterii purpurii

Toate bacteriile purpurii au bacterioclorofile a sau b și aparatul fotosintetic localizat în sisteme de membrane care sunt în continuarea membranei plasmatică. Se disting bacterii sulfuroase purpurii și bacterii nesulfuroase purpurii (Prescott și colab., 1996).

Bacteriile sulfuroase purpurii oxidează H_2S la S; uneori, oxidează sulful la sulfat. Acestea depozitează S în interiorul celulei (Tab. 3).

Caracteristici ale principalelor grupe de procariote fotosintetice

(după Prescott și colab., 1996)

Grupul taxonomic	Pigmenți fotosintetici principali	Donatori de electroni pentru fotosinteză	Tipul de fotosinteză
Bacterii sulfuroase verzi *	bacterioclorofile a + c, d sau e	H ₂ , H ₂ S, S	anoxigenică
Bacterii nesulfuroase verzi *	bacterioclorofile a și c	molecule organice (zaharuri, aminoacizi etc.) și anorganice (H ₂ S, H ₂)	anoxigenică
Bacterii sulfuroase purpurii *	bacterioclorofile a sau b	H ₂ , H ₂ S, S	anoxigenică
Bacterii nesulfuroase purpurii *	bacterioclorofile a sau b	molecule organice, uneori compuși reduși ai sulfului sau H ₂	anoxigenică
Cyanobacteria **	clorofila a + ficobiline clorofile a + b	H ₂ O	oxigenică (uneori facultativ anoxigenică)

Legendă: * bacterii fotosintetice anoxigenice; ** bacterii fotosintetice oxigenice.

Bacteriile sulfuroase purpurii tipice aparțin genurilor *Thiospirillum* (**1BPsp**), *Thiocapsa* (**1BPcp**) și *Chromatium* (**1BPcr**). Acestea se găsesc în zonele anaerobe, ale lacurilor, bogate în sulf (Prescott și colab., 1996).

Bacteriile nesulfuroase purpurii depozitează sulful înafara celulei (Tab. 3). Acestea pot fi spiralate la *Rhodospirillum* (**1BPrs**), bacilare la *Rhodopseudomonas* (**1BPrp**), sferice la *Rhodocyclus* (**1BPrc**) etc. Ele se găsesc în noroi, în apele lacurilor dulci cu materie organică abundentă și cu nivel scăzut al sulfului, în ape marine (Prescott și colab., 1996).

1.5.2.3. Bacterii verzi

Există două grupe de bacterii verzi: bacterii sulfuroase verzi și bacterii nesulfuroase verzi (Tab. 3).

Bacteriile sulfuroase verzi au pigmenții fotosintetici (bacterioclorofile a + c, d sau e) localizați în vezicule elipsoidale denumite **clorozomi** care sunt atașate de membrana plasmatică, dar nu sunt o continuare a acesteia (Prescott și colab., 1996).

Ele sunt foarte variate din punct de vedere morfologic (bastonașe, coci sau vibrioni) și au culoare verzuie sau maronie. Bacteriile sulfuroase verzi folosesc H₂S, S și H₂ ca surse de electroni. Sulful elementar este depozitat extracelular. Genuri reprezentative sunt *Chlorobium* (**1BVcb**), *Prosthecochloris* (**1BVpc**) și *Pelodictyon* (**1BVpd**). Bacteriile

sulfuroase verzi se găsesc în zone anaerobe, bogate în sulf, ale lacurilor (Prescott și colab., 1996).

Bacteriile nesulfuroase verzi au ca reprezentant principal genul *Chloroflexus* (1BVcf). Pigmenții fotosintetici caracteristici sunt bacterioclorofilele a și c. Prezintă clorozomi în condiții anaerobe. Este o bacterie termofilă, filamentoasă, care alunecă pe substrat. Se întâlnește în izvoarele termale, neutre sau alcaline, unde crește sub formă de gheme roșii – portocalii, de obicei, în asociere cu cianobacterii. Nu pare a fi înrudit cu nici un grup de eubacterii, pe baza studiilor ARNr 16 S, iar poziția sa taxonomică este nesigură (Prescott și colab., 1996).

1.5.2.4. Cyanobacteria (Cyanophyta)

Cyanobacteria (cianobacteriile, cianofitele, algele albastre-verzi) reprezintă un grup divers și numeros (în prezent 4685 de specii) de bacterii fotosintetice oxigenice, care mai sunt denumite **Cyanophyta** (gr. kyanos = albastru; phyton = plantă). Dintre speciile identificate și descrise, majoritatea sunt simbiotice (Raven și colab., 1992).

Cianobacteriile sunt organisme procariote, actuale și fosile. Ca fosile, sunt cunoscute încă din **Precambrian** și au format depozite stratificate denumite **stromatolite** (Lee, 2008).

Morfologie

Aceste procariote au tal unicelular, colonial nefilamentos, colonial filamentos și tisular (Fig. 7, 8, 9, 10, 11, 12 și 13). Din punct de vedere morfologic, cele mai simple cianobacterii sunt unicelulare, libere și acoperite cu o teacă gelatinoasă. Din formele unicelulare libere, prin diviziune în același plan, s-a format trihomul. Când trihomul este acoperit cu o teacă gelatinoasă este denumit filament (Lee, 2008). Cianobacteriile filamentoase sunt neramificate sau ramificate; unele dintre acestea au o structură complexă (tisulară). Cianobacteriile filamentoase sunt alcătuite din celule conforme (asemănătoare) sau din două tipuri de celule (izociste și heterociste) diferite morfologic și structural. Cel mai complex tal este **tisular** și are forme filamentoase ramificate, care pot fi uniseriate (cu un singur șir de celule) sau pluriseriate (cu mai multe șiruri de celule) (Lee, 2008).

Celulele cianobacteriilor au formă diferită și dimensiuni variabile (0,5 – 100 μm). Aceste celule nu sunt prevăzute cu flageli; totuși, unele cianobacterii filamentoase prezintă mobilitate (alunecare pe un substrat solid și chiar mișcări de rotație la unele) (Lee, 2008).

Mecanismul locomoției la cianobacterii nu este cunoscut. Se presupune că în locomoție sunt implicate proteine microfibrilare, situate la exteriorul membranei externe a peretelui celular (Lee, 2008).

Culoarea celulelor este diferită (roșie, albastră-verzuie, verde, brună etc.), în funcție de pigmentația speciei, intensitatea luminii mediului și maximul absorbției luminoase (Holt și colab., 1994).

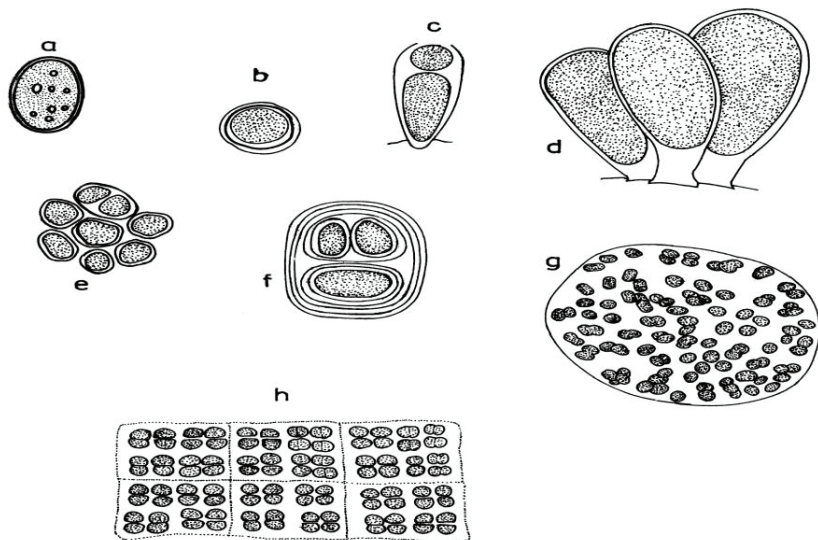


Fig. 7. Cianobacterii unicelulare și coloniale:

a. *Synechococcus*; b. *Chroococcus*; c. *Chamaesiphon*; d. *Dermocarpa*; e. *Pleurocapsa*;
f. *Gloeocapsa*; g. *Microcystis*; h. *Merismopedia* (după Pop și colab., 1983).

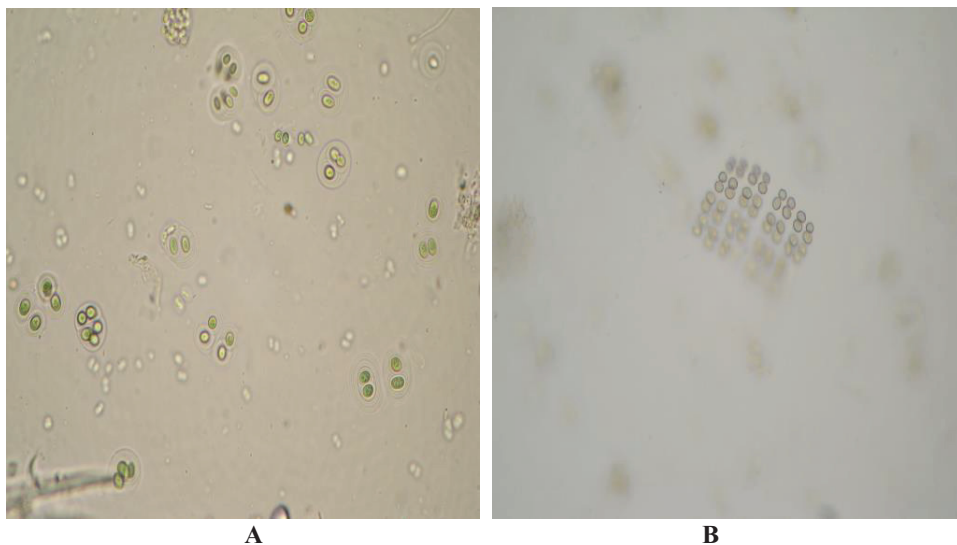


Fig. 8. Colonii nefilamentoase de *Chroococcus* (A) și *Merismopedia* (B) (la microscop optic).

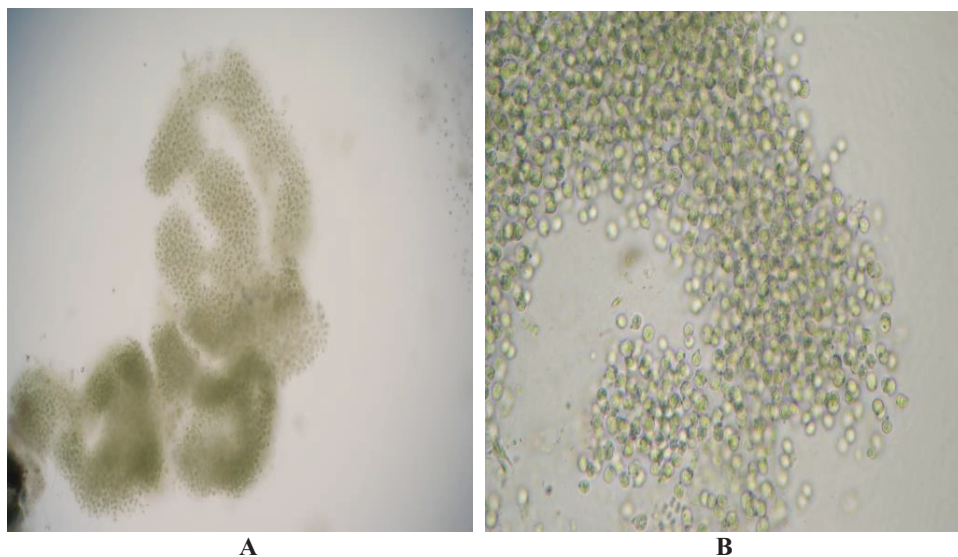


Fig. 9. Colonii nefilamentoase (A, B) de *Microcystis aeruginosa* (imagine la microscop optic).

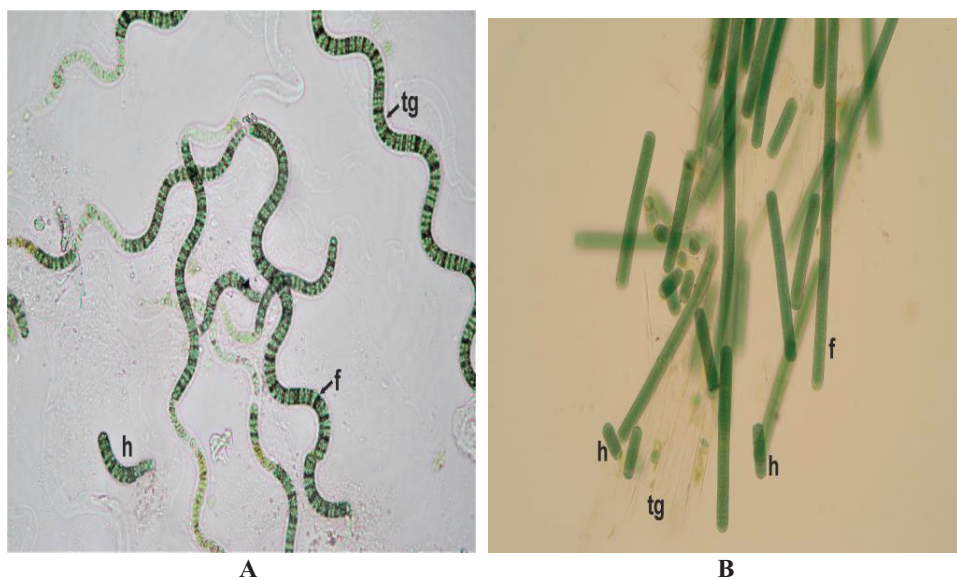


Fig. 10. Colonii filamentoase de *Arthrospira platensis* (A) și *Oscillatoria* (B): teacă gelatinoasă (tg); filament (f); hormogon (h); (imagini la microscop optic).

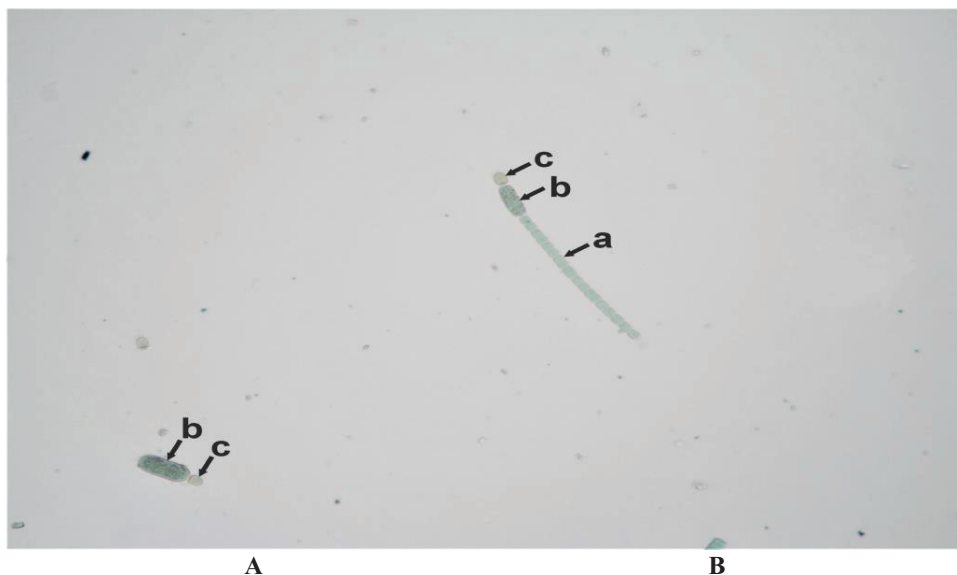


Fig. 11. Colonie (A și B) filamentoasă de *Anabaena*, cu: izociste (a), heterociste (c) și achineți (b) (imagine la microscop optic).

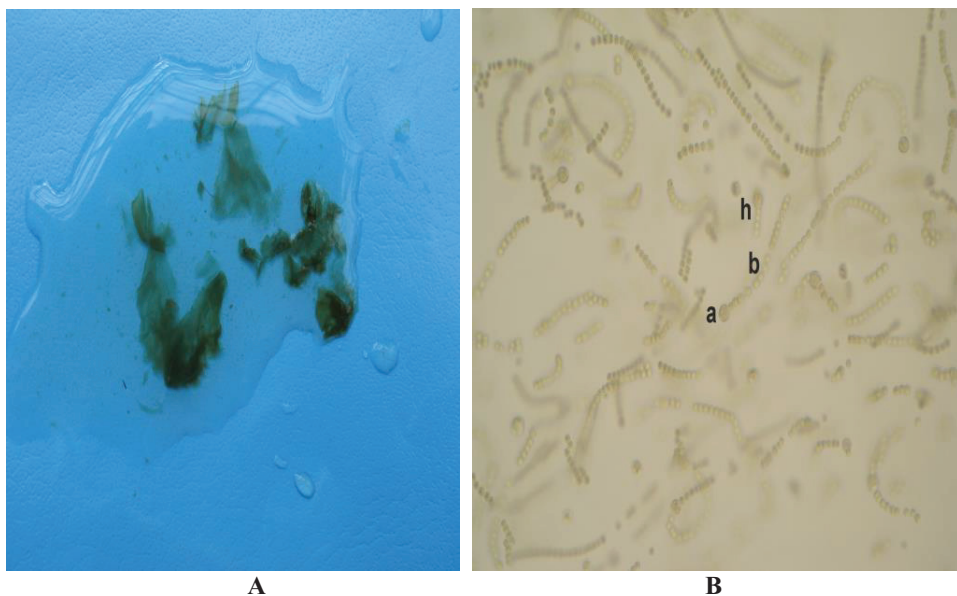


Fig. 12. *Nostoc commune*: aspect macroscopic (A); colonii filamentoase cu izociste (b), heterociste (a) și hormogoane (h), la microscop optic (B).

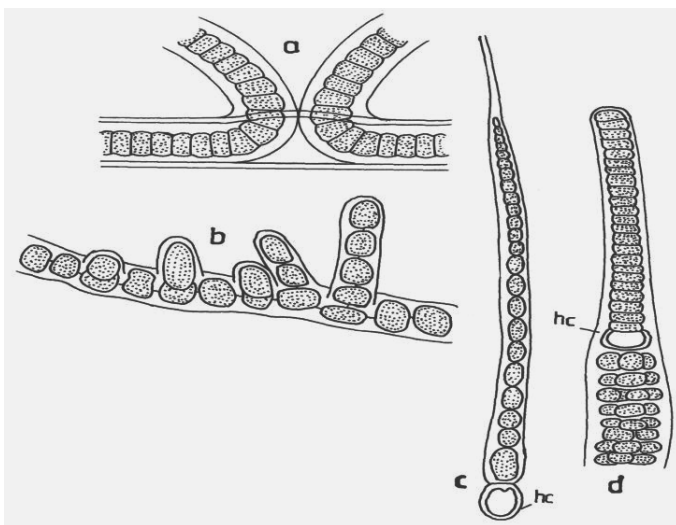


Fig. 13. Cianobacterii filamentoase și parenchimactice (tisulare):
a. *Scytonema*; b. *Hapalosiphon*; c. filament de *Rivularia* cu heterocist (hc.) bazal;
d. tal parenchimatic de *Stigonema* cu heterocist (hc.) intercalar.

Structură celulară

Celulele cianobacteriilor sunt acoperite cu o capsulă (teacă) gelatinoasă denumită **glicocalix**. Grosimea și structura tecii gelatinoase sunt diferite, în funcție de grupul taxonomic. La unele specii, teaca gelatinoasă este slab dezvoltată sau este absentă, iar la alte cianobacterii, teaca gelatinoasă este pluristratificată (multilaminată).

În teaca gelatinoasă a unor cianobacterii se găsesc pigmenți caracteristici (**scitonemină** – pigment galben; **gloeocapsină** – pigment roșu-albastru) care maschează culoarea celulelor (Holt și colab., 1994). Multe specii de cianobacterii au carbonat de calciu în teaca gelatinoasă care înconjoară celulele (Lee, 2008).

Peretele celular este asemănător structural cu al bacteriilor Gram-negative. Un strat de **peptidoglican** este la exteriorul membranei plasmactice. La exteriorul peptidoglicanului se găsește un **spațiu periplasmic** delimitat de o membrană externă (Lee, 2008). La unele cianobacterii, membrana plasmatică prezintă invaginații citoplasmice denumite **mezozomi** (Fig.14). Conținutul citoplasmatic celular este diferențiat în **cromatoplasmă** (la exterior) și **centropasmă** (la interior). În cromatoplasmă se găsesc ribozomi, tilacoizi, vacuole cu gaz, incluziuni celulare etc. Ribozomii cianobacteriilor sunt de tip 70 S, iar ARNr din aceste organele celulare este similar cu cel al cloroplastelor și mitocondriilor din celula eucariotă.

Tilacoizii (lamellele fotosintetice) sunt discuri închise și suprapuse, care conțin în membrane clorofilă a și carotenoizi (β -caroten, zeaxantină, mixoxantofilă și osciloxantină).

Cianobacteria *Acarvochloris marina* conține clorofilă a și clorofilă d (Lee, 2008).

Pe suprafața tilacoizilor se găsesc **ficobilizomi**, formațiuni hemisferice sau hemidiscoidale dispuse în șiruri paralele (Toma și Niță, 2000). **Ficobilizomii** sunt alcătuiți din ficobiline (ficobilinproteine), precum ficocianină (pigmentul albastru), aloficocianină, ficoeritrină (pigmentul roșu) și ficoeritrocianină. Dintre ficobiline, numai ficocianina (absorbție maximă (λ) la 620 nm) și aloficocianină (λ max. la 650 nm) se găsesc în toate celulele cianobacteriilor (Lee, 2008). Culoarea cromatoplasmei celulare este diferită la cianobacterii, în funcție de cantitatea de pigmenți și de proporția dintre aceștia.

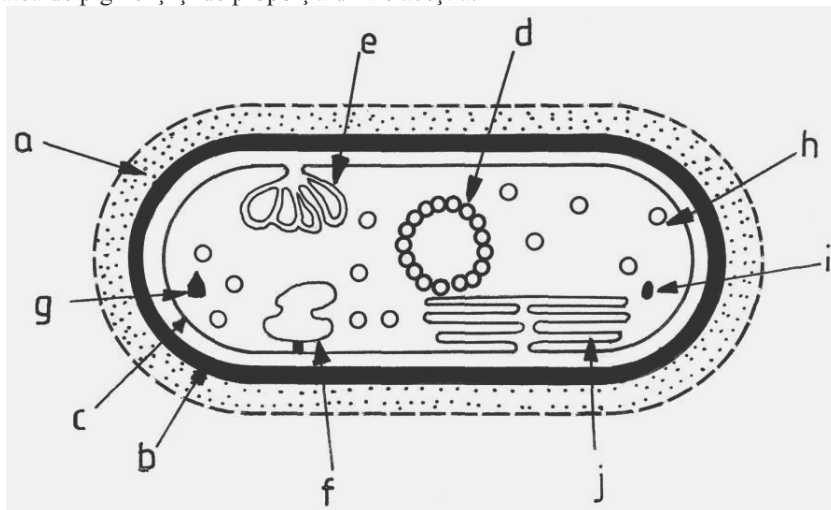


Fig. 14. Structura celulei la **Cyanobacteria (Cyanophyta)**:

a. capsulă gelatinoasă; b. perete celular; c. membrană plasmatică; d. nucleoid; e. mezozom; f. plasmid; g. carboxizom; h. veziculă cu gaz; i. cianoficină; j. tilacoid.

Vacuolele cu gaz prezintă la suprafață o membrană alcătuită din proteine, dar care nu conține lipide specifice membranelor celulare (Scagel și colab., 1984). Membrana vacuolelor este permeabilă anumitor gaze. Vacuolele cu gaz permit celulelor să plutească și să-și schimbe poziția pe verticală în straturile de apă. Când celulele nu-și mai pot regla vacuolele cu gaz, datorită fluctuațiilor extreme de temperatură și oxigen, cianobacteriile plutesc la suprafață și produc **înflorirea apei** (Raven și colab., 1992).

Centroplasma celulară conține materialul genetic reprezentat de ADN dc circular, similar cu cel al cloroplastelor și mitocondriilor. ADN dc reprezintă nucleoidul celulei și nu este asociat cu proteine histone (Lee, 2008). Cantitatea de G+C din ADN variază, în funcție de specie (Holt și colab., 1994). Ribozomii 70 S sunt dispersați în toată citoplasma, dar se găsesc în cantitate mai mare în jurul nucleoplasmei (Lee, 2008).

La numeroase cianobacterii, celulele prezintă pili. Cianobacteriile filamentoase au pori, care asigură schimburi metabolice între celule, prin intermediul microplasmodesmelor.

Anumite cianobacterii (*Nostoc*, *Anabaena*, *Rivularia* etc.) prezintă celule izomorfe (**izociste**) și celule specializate (**heterociste** și **achinefi**). Heterocistele sunt celule mari, de

obicei mai voluminoase decât celulele vegetative și sunt specializate în fixarea azotului atmosferic. La exteriorul peretelui celular, heterocistele prezintă o membrană bistratificată alcătuită din polizaharide (stratul extern) și glicolipide (stratul intern). În interiorul heterocistelor, membranele interne ale celei sunt concentrice sau reticulate (Holt și colab., 1994). Heterocistele sunt inactice din punct de vedere al fotosintezei și apar goale la microscopul optic (Lee, 2008). Heterocistele se formează la anumite intervale de timp, din celule vegetative care se transformă (Lee, 2008).

Achineții sunt, în general, recunoscuți prin mărimea lor mai mare decât a celulelor vegetative și prin aspectul granular al citoplasmei determinat de depozitele de amidon de cianoficee și de cianoficină. O proprietate esențială a achineților este rezistența lor mai mare la frig comparativ cu celulele vegetative. Achineții se întâlnesc numai la cianobacteriile care formează heterociste (Lee, 2008).

Nutriție

Cianobacteriile sunt procariote fotoautotrofe. Fotosinteza cianobacteriilor implică o fotofosforilare ciclică și neciclică, prezența a două fotosisteme (I, II) și clorofila a (Scagel și colab., 1984). Produsul fotosintetic depozitat de cianobacterii este **amidonul de cianoficee**. Anumite specii depozitează produsul **poli- β -hidroxibutirat**. De asemenea, în celulele cianobacteriilor se găsesc incluziuni celulare precum **cianoficină**, **polifosfați** și **carboxizomi** (Holt și colab., 1994).

Numeroase cianobacterii (*Nostoc*, *Anabaena*, *Rivularia* etc.) pot fixa azotul atmosferic cu ajutorul unor celule specializate denumite **heterociste**. Reacțiile fixatoare de azot sunt catalizate de enzima **nitrogenază**, care este inactivă în prezența unei cantități foarte mici de oxigen (Israil, 2000). Ca urmare, fixarea azotului este un proces anaerobic și de aceea oxigenul prezent în heterociste este redus de către hidrogen sau este expulzat prin peretele celular (Raven și colab., 1992).

La unele cianobacterii din genul *Synechococcus* (Fig. 7), s-a demonstrat prezența unui ritm zilnic (ritm circadian) de fixare a azotului dependent de succesiunea lumină – întuneric. Astfel, intensitatea fotosintezei este maximă la mijlocul zilei, iar fixarea azotului atmosferic la miezul nopții. De asemenea, s-a evidențiat existența unui ritm circadian de fixare a azotului și la specii de cianobacterii fără heterociste. La aceste specii, cele două procese incompatibile (fotosinteza și fixarea azotului) au fost separate în timp, în cursul unei zile (24 ore). Ritmicitatea celor două procese (fotosinteza – ziua și fixarea azotului – noaptea) este menținută prin succesiunea ciclurilor lumină – întuneric (Israil, 2000).

Majoritatea cianobacteriilor trăiesc în simbioză cu diferite specii de ciuperci, diatomee, dinoflagelate etc. În cadrul asociației simbiotice, cianobacteriile pot fi endosimbionți sau exosimbionți. Unele cianobacterii endosimbionte nu prezintă perete celular tipic și sunt denumite **cianele**. Cianobacteriile endosimbionte se divid în același timp cu celulele gazdă, printr-un proces similar cu diviziunea cloroplastelor (Raven și colab., 1992).

Alte cianobacterii sunt exosimbionți capabili să fixeze azotul atmosferic. Așa sunt speciile simbiote cu ferigi acvatice (*Azolla* spp.), briofite, alge verzi care nu au clorofilă, plante vasculare etc. De asemenea, unele cianobacterii (*Nostoc* spp.) sunt parteneri

fotosintetici ai multor licheni și trăiesc în simbioză cu specii de ciuperci (Raven și colab., 1992).

Unele cianobacterii (*Microcystis*, *Anabaena* și *Aphanizomenon*) produc toxine (cianotoxine) foarte diferite (neurotoxine și hepatotoxine) care determină moartea animalelor acvatice (Scagel și colab., 1984). Cianofitele produc două tipuri de **hepatotoxine: microcistine** (sintetizate de *Microcystis*, *Anabaena*, *Nostoc*, *Oscillatoria* și *Nodularia*) și **nodularine** sintetizate de specii de *Nodularia* (Lee, 2008).

Înmulțire

Înmulțirea cianobacteriilor se realizează pe cale vegetativă și pe cale asexuată, prin celule specializate (spori, achineți). La acestea, nu se întâlnește reproducerea sexuală.

Înmulțirea vegetativă se realizează în diferite moduri: prin fisiune binară, înmugurire, hormogoane și achineți. În timpul fisiunii binare, celula vegetativă se fragmentează în două jumătăți, prin invaginarea membranei plasmatică și a peretelui celular. În general, fragmentarea celulară se realizează în partea centrală (ecuatorială) a celulei (Holt și colab., 1994).

Înmugurirea se realizează prin fragmentarea asimetrică a celulei. Astfel, se formează celule fiice mici denumite celule de înmugurire (exospori).

Înmulțirea prin **hormogoane** este caracteristică cianobacteriilor filamentoase. La aceste specii (Fig.10, 11 și 15), filamentele se divid și se formează mai multe fragmente pluricelulare filamentoase, denumite **hormogoane**, care se deplasează prin alunecare de fragmentul parental. Hormogonul se deosebește de filamentul vegetativ prin mobilitatea prin alunecare, prin forma mică a celulelor lui și prin absența heterocistelor (Meeks and Elhai, 2002, citați de Lee, 2008). Fiecare hormogon format poate da naștere unei cianobacterii.

Un factor comun în inițierea diferențierii de hormogoane este creșterea și descreșterea de nutrienți în mediu și schimbări în cantitatea de lumină (Lee, 2008).

Achinetul este un spor de rezistență caracteristic cianobacteriilor filamentoase. Acesta este o celulă vegetativă metamorfozată, de dimensiuni mai mari decât celula vegetativă, cu aspect citoplasmatic granulos datorită cantității mari de amidon de cianoficee (glicogen) și cianoficină. Achinetul are perete celular gros și poate supraviețui în condiții nefavorabile de mediu (Raven și colab., 1992; Lee, 2008).

Cianobacteriile produc diferite celule asexuate specializate (**endospori**) care au rol în înmulțire și/sau supraviețuirea în condiții nefavorabile de mediu. Endosporii se formează prin fragmentarea internă multiplă a conținutului celular (Scagel și colab., 1984).

Clasificare

Criteriile folosite pentru clasificarea cianobacteriilor sunt: morfologia, ultrastructura celulară, caracterele fiziologice, structura genetică, caracterele biochimice și modul de reproducere.

Încrângătura **Cyanobacteria (ICy)** cuprinde organisme procariote (în prezent 4685 de specii) denumite cianobacterii, cianofite sau alge albastre-verzi. Acestea sunt grupate

într-o singură clasă – **Cyanophyceae - (1Cy)**, cu mai multe ordine, precum: **Synechococcales, Chroococcales, Pleurocapsales, Oscillatoriales** și **Nostocales** (Holt și colab., 1994; Lee, 2008).

Ordinul Synechococcales

În ordinul **Synechococcales (11Cy)** se găsesc cianobacterii unicelulare sau coloniale, grupate în mai multe familii. Genuri caracteristice sunt *Synechococcus*, *Synechocystis*, *Merismopedia*, *Chamaesiphon*, *Prochloron*, *Prochlorococcus* și *Prochlorothrix*.

La *Merismopedia (111Cy)*, coloniile sunt alcătuite din celule dispuse sub formă regulată (dreptunghiulară) și sunt acoperite cu o teacă gelatinoasă amorfă (Holt și colab., 1994). Coloniile se formează prin fisiune binară care se produce în două planuri (Fig. 7 și 8). Specia tip a genului este *Merismopedia punctata (1111Cy)*, care se găsește în ape dulci și ape marine.

La *Chamaesiphon (112Cy)* (Fig. 7c și 15), talul este unicelular și este fixat de substrat (plante, roci), în ape dulci. Celulele au formă diferită (sferică, ovală etc.) și sunt heteropolare. Cu un pol (partea mai voluminoasă), celula se prinde de substrat, iar la celălalt pol se produce înmugurirea. Celulele de înmugurire (exosporii) se dispun în lanț. Celula bazală este învelită parțial de o teacă gelatinoasă (Holt și colab., 1994). Specia tip a genului este *Chamaesiphon confervicola* care se întâlnește în ape dulci, fiind epifită pe alge verzi filamentose de *Cladophora* și *Oedogonium*, pe mușchi și pe plante vasculare (**1121Cy**).

Genurile *Prochloron*, *Prochlorothrix* și *Prochlorococcus* cuprind **proclorofitele** (gr. pro = înainte; chloros = verde; phyton = plantă), care realizează fotosinteză oxigenică și conțin aceiași pigmenți clorofilieni (clorofilă a și clorofilă b) și carotenoizi precum algele verzi și plantele (Raven și colab., 1992). Astfel de procariote fotoautotrofe oxigenice prezintă importanță filogenetică, fiind considerați posibili precursori ai plantelor.

Genul *Prochloron (113Cy)* cuprinde proclorofite unicelulare, sferice, fără teacă mucilaginoasă evidentă. Celulele se înmulțesc prin fisiune binară. Reprezentanții acestui gen trăiesc în ape marine (tropicale și subtropicale), sunt simbioanți extracelulari ai ascidiilor coloniale și fixează N₂. Genul cuprinde o singură specie denumită *Prochloron didemni (1131Cy)*.

Genul *Prochlorothrix (114Cy)* cuprinde o singură specie – *Prochlorothrix hollandica* – care are filamente neramificate, de lungime variabilă, alcătuite din celule cilindrice, care sunt Gram-negative. Cianobacteria *Prochlorothrix hollandica (1141Cy)* trăiește liberă în ape dulci (Holt și colab., 1994).

Genul *Prochlorococcus (115Cy)* cuprinde o singură specie – *Prochlorococcus marinus (1151Cy)* – care este o procariotă fotosintetică oceanică și liberă. Celulele au 0.5 μm în diametru și sunt cele mai mici organisme fotosintetice (Lee, 2008).

Ordinul Chroococcales

În ordinul **Chroococcales (12Cy)** sunt cianobacterii unicelulare și colonii nefilamentoase (Lee, 2008). Înmulțirea celulelor se realizează prin fisiune binară și/sau înmugurire. Fisiunea binară se poate produce într-un singur plan de diviziune celulară, în

două planuri sau în trei planuri (la *Microcystis*) (Fig. 7g și 9).

Genuri caracteristice ordinului **Chroococcales** (12Cy) sunt *Chroococcus* (121Cy), *Gloeocapsa* (122Cy), *Microcystis* (123Cy) etc.

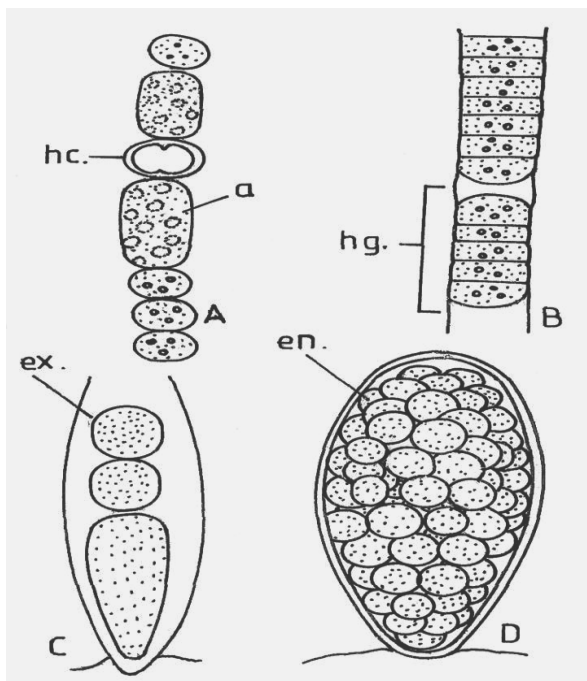


Fig. 15. Structuri reproducătoare la **Cyanobacteria (Cyanophyta)**:

- A. achinet (a) și heterocist (hc.) la *Anabaena*; B. hormogon (hg.) la *Oscillatoria*;
C. exospori (ex.) sau înmugurire la *Chamaesiphon*; D. endospori (en.) la *Dermocarpa*.

La *Chroococcus* (121Cy), talul poate fi unicelular sau colonial nefilamentos (Fig. 7b). Fiecare celulă are o teacă gelatinoasă proprie. În cazul cianobacteriilor coloniale, tecile gelatinoase ale celulelor (mamă și fiice) se suprapun și formează teci stratificate (Holt și colab., 1994).

La *Microcystis* (123Cy), talul este colonial. Coloniile au formă neregulată și sunt învelite de o teacă mucilaginoasă amorfă, iar celulele conțin vezicule gazoase. În mod obișnuit, celulele sintetizează peptide toxice precum **microcistină** și **cianoginosină**. De asemenea, celulele de *Microcystis* eliberează β - **ciclocitrat**. Acesta este unul dintre compușii mirositori din lacurile și bălțile care au fenomenul de înflorire cauzat de speciile de *Microcystis*. Specia tip a genului este *Microcystis aeruginosa* (1231Cy) care se găsește în ape marine și ape dulci și cauzează **înflorirea apei** (Holt și colab., 1994).

Ordinul Oscillatoriales

În ordinul **Oscillatoriales** (13Cy) sunt cianobacterii filamentoase alcătuite din celule izomorfe. Aceste cianobacterii nu formează heterociste și achineți. La suprafața filamentelor există o teacă gelatinoasă de grosime variabilă.

Cianobacteriile **Oscillatoriales** se înmulțesc prin fisiune binară și prin hormogoane. Fragmentarea filamentelor are loc la nivelul unor celule care mor, datorită pierderii unei cantități mari din conținutul citoplasmatic. În alte cazuri, există celule de sacrificiu (**celule necridiale**) care mor și determină locul fragmentării filamentului (Holt și colab., 1994).

La *Oscillatoria* (131Cy), filamentele (Fig. 10B) pot prezenta la suprafață o teacă gelatinoasă subțire. Aceste cianobacterii filamentoase efectuează mișcări oscilatorii. Culoarea cianobacteriilor este variabilă, de la verde-albastră până la roșie. Câteva specii prezintă adaptare cromatică. Anumite specii planctonice marine de *Oscillatoria* fixează azot atmosferic.

Speciile de *Oscillatoria* se întâlnesc în ape (dulci, marine, salmastre) și pe sol. Unele specii se dezvoltă în ape termale, la 56 – 60 °C (Holt și colab., 1994). Specia tip a genului este *Oscillatoria princeps* (1311Cy), care este frecventă în ape dulci.

La *Arthrospira* (132Cy), filamentele sunt neramificate, sunt spiralete și sunt alcătuite din celule cilindrice așezate alăturat. Filamentele nu conțin heterociste sau achineți. Înmulțirea se realizează prin fisiune binară și prin hormogoane. Cianobacteriile *Arthrospira* se întâlnesc în ape dulci, lacuri sărate sau ape litorale marine.

Arthrospira platensis (1321Cy) are talul filamentos, pluricelular, spiralat și acoperit cu o teacă mucilaginoasă subțire (Fig. 10A). Specia este cunoscută sub denumirea mai veche de *Spirulina platensis* și se întâlnește în ape dulci și ape marine. Această cianobacterie este cultivată în laborator și este folosită pentru obținerea de biopreparate cu importanță terapeutică.

La *Lyngbia* (133Cy) filamentele prezintă la suprafață o teacă gelatinoasă pluristratificată (Holt și colab., 1994). Specia tip a genului este *Lyngbia confervoides* (1331Cy), care se întâlnește în ape marine.

Ordinul Spirulinales

În ordinul **Spirulinales** (14Cy) sunt cianobacterii filamentoase și pluricelulare, care au formă spiralată. Genul caracteristic este *Spirulina* (141Cy), care are în prezent 54 de specii. La *Spirulina*, filamentele au formă spiralată și culoare variabilă (de la albastră-verzuie la roșie).

Speciile de *Spirulina* se întâlnesc în ape (dulci, marine și salmastre). Anumite specii se dezvoltă în izvoare termale la circa 50 °C (Holt și colab., 1994). Specia tip a genului este *Spirulina major* (1411Cy), care se găsește în ape dulci și ape marine.

Ordinul Nostocales

În ordinul **Nostocales** (15Cy) sunt cuprinse cianobacterii filamentoase neramificate

sau care prezintă o falsă ramificare a filamentelor. Acestea au capacitatea de a produce heterociste și achineți și formează hormogoaie. Genuri caracteristice ordinului **Nostocales (15Cy)** sunt *Nostoc*, *Anabaena*, *Scytonema*, *Rivularia*, *Geitleria*, *Hapalosiphon*, *Stigonema*, *Fischerella* etc.

La *Nostoc (151Cy)*, filamentele sunt sinuoase, neramificate și sunt alcătuite din izociste și heterociste. Izocistele conțin vezicule gazoase. Caracteristic pentru speciile de *Nostoc* este prezența unui gel confluent care menține împreună mase de celule, formând un tal masiv, adesea macroscopic, de formă variată (Holt și colab., 1994).

Specia tip a genului *Nostoc* este *Nostoc commune (1511Cy)*, care se întâlnește în apă dulce și pe sol. Această specie este cunoscută sub denumirea de **cleiul pământului** (Fig. 12).

Unele specii din ordinul **Nostocales** formează asociații simbiotice. Astfel, speciile de *Nostoc* și *Anabaena* sunt simbioți intracelulari și extracelulari.

Ca simbiot, speciile de *Nostoc* se găsesc în **cianolicheni**. De asemenea, formează asociații simbiotice cu briofitele, cicadatele și specii din genul de angiosperme *Gunnera* (Holt și colab., 1994).

La *Anabaena (152Cy)*, filamentele sunt neramificate și au heterocistele situate intercalar și/sau terminal (Fig. 11, 15). La suprafața filamentului se găsește o peliculă gelatinoasă.

Specii din planctonul apelor dulci sunt *Anabaena flosaquae (1521Cy)* și *Anabaena spiroides (1522Cy)*. În anumite condiții, aceste specii produc fenomenul de **înflorire** a apelor. Specia tip a genului este *Anabaena oscillarioides (1523Cy)*, care trăiește în ape dulci și ape marine.

La *Scytonema (153Cy)*, filamentele prezintă ramificație falsă și sunt alcătuite din izociste și heterociste; filamentele sunt acoperite cu o teacă gelatinoasă groasă (Fig. 13).

La *Rivularia (154Cy)*, filamentele sunt drepte, erecte, uniseriate (un singur strat de celule) și nu au ramificație adevărată. Heterocistele sunt situate terminal sau intercalar, pe traiectul filamentului (Fig. 13).

La unele specii de **Nostocales**, filamentele au o structură mai complexă, fiind alcătuite din două sau mai multe straturi de celule și au dimensiuni macroscopice (Fig. 13). Un astfel de tal au *Stigonema (155Cy)* și *Fischerella (156Cy)*. La anumite cianobacterii din genul *Geitleria (157Cy)*, precum *Geitleria calcarea (1571Cy)*, teaca gelatinoasă este impregnată cu calciu (Holt și colab., 1984).

Ecologie

Cianobacteriile se întâlnesc în medii de viață diverse (ape dulci și marine, pe sol, pe scoarța copacilor etc.). Acestea tolerează temperaturi mai mari decât eucariotele. În mediul acvatic, cianobacteriile produc frecvent **înflorirea** apelor. De fapt, creșterea numărului de celule se datorează cianobacteriilor din straturile mai adânci de apă care se ridică la suprafață. Cianobacteriile cresc la adâncimi unde intensitatea luminoasă și oxigenul sunt scăzute și chiar azotul dizolvat poate fi scăzut. Alți nutrienți pot fi din belșug. În timpul creșterii celulelor, se formează vacuole cu gaze, iar cianobacteriile se ridică la suprafața apei și determină fenomenul de înflorire. O altă cauză a înfloririi apelor este creșterea abundentă

a cianobacteriilor, când azotul anorganic se află în concentrații scăzute. Dacă alți nutrienți sunt disponibili, cianobacteriile fixează azotul atmosferic și se înmulțesc abundent. Cianobacteriile pot produce substanțe, inclusiv toxine, care inhibă creșterea algelor eucariote acvatice și asigură nutrienții pentru propria creștere (Scagel și colab., 1984). Anumite cianobacterii (*Arthrospira platensis*, *Nostoc verrucosum*, *Nostoc commune*) sunt folosite ca sursă de hrană în unele țări (Lee, 2008).

Origine și evoluție

Cianobacteriile sunt organisme procariote foarte vechi. Se consideră că au apărut în **Precambrian**. În stare fosilă, cianobacteriile (algele albastre-verzi) au fost identificate în formațiuni calcaroase numite **stromatolite** care se cunosc de 2,5 miliarde de ani, din **Precambrian**. În unele stromatolite au fost găsite cianobacterii filamentoase (Scagel și colab., 1984).

Structura celulară procariotă, modul de înmulțire, capacitatea de a fixa azotul atmosferic etc. dovedesc înrudirea cianobacteriilor cu celelalte bacterii. Din punct de vedere morfologic, unele cianobacterii (cianofite) sunt la fel de simple, precum bacteriile. Totuși, majoritatea au o structură mai complexă.

Forma celulei este variabilă și este folosită pentru a clasifica formele nefilamentoase sau cocoide (Scagel și colab., 1984).

Din punct de vedere morfologic, cea mai simplă cianobacterie este unicelulară, sferică și liberă. Din aceasta au derivat cele două linii evolutive: nefilamentoasă și filamentoasă (Fig. 16). Linia nefilamentoasă include forme unicelulare, fixate, precum și forme libere unicelulare (*Chroococcus*, *Gloeocapsa*) sau coloniale (*Merismopedia*, *Microcystis*). Linia filamentoasă poate fi derivată direct din formele unicelulare. Dacă diviziunea celulară are loc într-un singur plan, rezultă forme filamentoase neramificate. Dacă diviziunea celulară are loc în mai multe planuri, se formează forme ramificate (*Lyngbya*, *Hapalosiphon*). Cele mai evolute cianobacterii au filamentele ramificate și pluristratificate, precum sunt reprezentanți (*Stigonema*, *Fischerella*) ai ordinului **Nostocales** (Fig. 13).

În evoluția cianobacteriilor, conservatorismul relativ poate fi explicat prin larga toleranță ecologică și prin stabilitatea genetică.

Fiind fotosintetice și necesitând puțini nutrienți, cianobacteriile pot supraviețui în nișe ecologice relativ sărăcicioase. Și mai mult, fiind complet asexuate, le lipsesc modalitățile de creștere a variabilității, care, la eucariote, rezultă din meioză și fecundație. Rezultatul net al acestor factori a fost o rată relativ scăzută de schimb evolutiv la cianobacterii (Scagel și colab., 1984).

Se pare că majoritatea caracteristicilor morfologice și fiziologice ale cianobacteriilor au evoluat cu aproximativ 2,0 miliarde de ani în urmă. Orice **evoluție** mai târzie se pare că a avut loc la nivel de familie, deși ultimul grup care a evoluat, **Stigonematales**, nu a apărut până în **Devonian**, cu aproximativ 370 milioane ani în urmă (Scagel și colab., 1984).

Unele **cianofite** se aseamănă din punct de vedere morfologic cu anumite alge roșii **Bangiophyceae**. Acestea arată relațiile filogenetice între algele roșii și cianobacterii (Scagel

și colab., 1984). De asemenea, cianobacteriile și algele roșii prezintă aceleași ficobiline, dar se deosebesc între ele în ceea ce privește organizarea (procariotă și respectiv eucariotă) celulară.

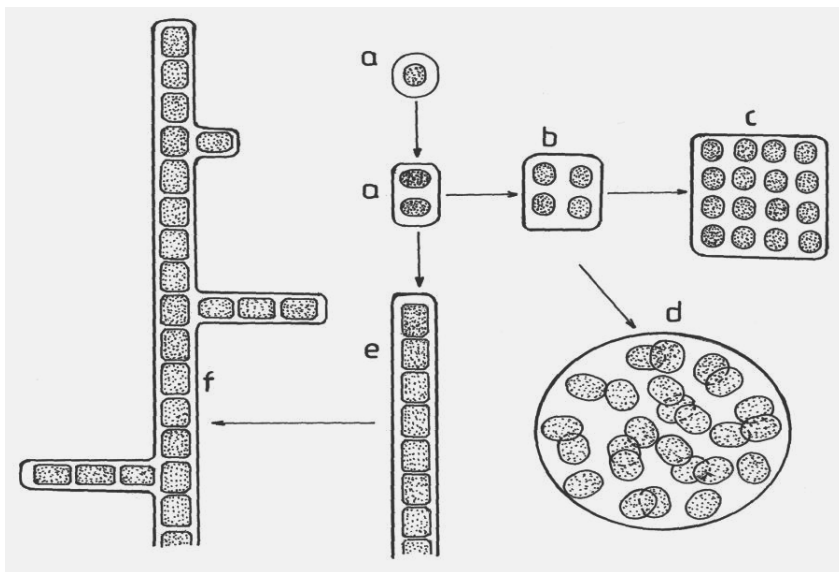


Fig. 16. Relații filogenetice la **Cyanobacteria (Cyanophyta)**:

a. *Chroococcus*; b. *Gloeocapsa*; c. *Merismopedia*; d. *Microcystis*; e. *Lyngbya*; f. *Hapalosiphon* (după Scagel și colab., 1984).

1.6. Importanța bacteriilor

Bacteriile sunt răspândite peste tot în natură: în apă, sol, aer, plante vii sau moarte, animale etc.

Pe lângă importanța științifică, bacteriile au importanță practică deosebită. Bacteriile descompun materia organică moartă și asigură circuitul S, C, N, P etc. în natură.

Multe bacterii produc boli la oameni, animale și plante. Printre bolile umane, determinate de bacterii, se numără: antraxul, holera, lepra, sifilisul, tetanosul și tuberculoza (Scagel și colab., 1984).

Din punct de vedere industrial, bacteriile sunt surse pentru numeroase antibiotice (streptomicina, aureomicina, neomicina și tetraciclina), care sunt produse de actinomicete. Bacteriile sunt folosite și pe plan comercial pentru obținerea unor produse precum: oțetul, brânzeturi, iaurtul etc. (Raven și colab., 1992).

Unele bacterii au relații mutualiste cu plantele și animalele. Astfel, unele bacterii trăiesc în tubul digestiv al mamiferelor ruminante. Hrana multor mamifere erbivore constă, în principal, din celuloză. Mamiferele ruminante nu produc enzimele necesare

degradării celulozei. Acest proces este realizat de anumite specii bacteriene (Scagel și colab., 1984).

Anumite bacterii realizează procese importante, precum metanogeneza, nitrificarea etc.

1.7. Originea și evoluția procariotelor

Originea și evoluția procariotelor și a eucariotelor timpurii este legată intim cu evenimente ce au apărut în timpul istoriei geologice a Pământului.

În intervalul cuprins între 4,5 miliarde și 3,5 miliarde de ani, atmosfera Pământului conținea gaze precum H_2O , CO_2 , CO , N_2 , SO_2 , HCl și oxigen molecular puțin sau deloc. Aceasta a fost perioada biogenezei care a dus la evoluția primelor procariote, inclusiv a primelor autotrofe (Scagel și colab., 1984).

Primele organisme care au apărut în Oceanul Primar au fost procariotele anaerobe și heterotrofe care se hrăneau cu molecule organice. Aceste procariote heterotrofe datează de 3,5 miliarde de ani. Din aceste procariote au evoluat celelalte organisme procariote (chemosintetizante, fotosintetice etc.). Procariotele fotoautotrofe au evoluat de 3,4 miliarde de ani. În atmosfera primară, oxigenul a fost absent, până la producerea lui de către procariotele fotosintetice (Raven și colab., 1992).

Cele mai vechi procariote fosile cunoscute sunt de 3,5 miliarde de ani și au fost găsite în vestul Australiei. Alte fosile, aproape la fel de vechi, de peste 3 miliarde de ani, au fost găsite în roci din Africa de Sud (Raven și colab., 1992).

Dovezile morfologice și biochimice arată că acum 3,1 miliarde de ani erau prezente procariote anaerobe, heterotrofe și fotosintetizante. Acestea includ bacterii sub formă de bastonaș și cianobacterii cocoidale (Scagel și colab., 1984).

Procariote fosile și mai diverse au fost găsite în sedimente precambriene, mai tinere, în vârstă de 2,0-1,6 miliarde de ani, din estul Americii de Nord. În aceste sedimente au fost identificate microfosile de cianobacterii filamentoase și bacterii. Geochimia acestor sedimente susține apariția organismelor fotosintetizante aerobe (Scagel și colab., 1984).

La început, oxigenul a fost dispersat în hidrosferă. Ar fi trebuit o lungă perioadă de timp, până să se stabilizeze oxigenul atmosferic și să apară stratul de ozon la exteriorul atmosferei.

Construirea unei atmosfere oxigenate și a stratului de ozon se pare că coincide cu originea eucariotelor; se consideră că acești doi factori sunt principali în evoluția eucariotelor (Scagel și colab., 1984).

Procariotele reprezintă organisme din care au evoluat eucariotele prin endosimbioze succesive. Cea mai mare discontinuitate evoluționară a lumii vii este separarea procariotelor de eucariote.

Deși, în general, se crede că eucariotele provin dintr-un strămoș procariot, nu se cunosc intermediari nici vii și nici fosilizați (Scagel și colab., 1984).

În ceea ce privește evoluția bacteriilor, se consideră că cele mai simple ar fi formele de coci, din care ar fi derivat cele în formă de bastonașe și de filamente. Fosilele bacteriene sunt așa de puține, încât nu se poate identifica nici o tendință evolutivă. Prezența formelor bacilare, de 3 miliarde de ani, împreună cu filamente asemănătoare bacteriilor și cu structuri în formă de bastonaș, în mijlocul Precambrianului, sugerează diversitatea formelor în perioadele timpurii (Scagel și colab., 1984).

Bacteriile reprezintă un grup foarte divers de procariote care prezintă o serie de caracteristici distincte. Astfel, **Archaeobacteria** seamănă din punct de vedere morfologic cu **Eubacteria**, dar diferă din punctul de vedere al biochimiei (Scigel și colab., 1984). Arhebacteriile cresc în locuri care se aseamănă habitatelor caracteristice lumii timpurii. S-a sugerat că bacteriile metanogene au apărut acum 3 miliarde de ani, când exista o atmosferă bogată în CO₂ și H₂ (Raven și colab., 1992).

1. 8. Morfologia, structura și originea virusurilor

În lumina datelor actuale, virusurile sunt definite ca sisteme acelulare, submicroscopice, care pot produce boli grave la diferite viețuitoare. Ele sunt alcătuite numai dintr-un singur tip de acid nucleic (ARN sau ADN) monocatenar (mc) sau dublucatenar (dc) și proteină.

Virusurile nu au metabolism propriu și sunt capabile să se multiplice printr-un mecanism specific numai în celula vie.

Morfologie și structură

Prin cercetări biochimice și de microscopie electronică, s-au determinat morfologia și structura virusurilor, precum și funcțiile diferitelor componente ale lor.

Particulele virale infecțioase (virionii) sunt alcătuite din genom viral și capsidă. Genomul viral conține numai un singur tip de acid nucleic (ARN sau ADN). Acidul nucleic viral conține informația genetică și este responsabil de infecțiozitate (Israil, 2000). Capsida este formată din unități proteice denumite capsomere. Împreună cu genomul viral, capsida formează nucleocapsida. Unele virusuri au la suprafața nucleocapsidei un înveliș extern denumit **peplos**. Acestea sunt denumite **virusuri "acoperite"**. Virionii care nu au peplos la suprafața nucleocapsidei se numesc **virusuri "nude"** (Israil, 2000).

Cercetările recente arată că virusurile pot exista în plante nu numai ca particule complete, ci și sub formă de acid nucleic liber de proteină. Virusurile fără capsidă sunt denumite **viroizi** și sunt formate din molecule mici de ARN. Viroizii cauzează anumite boli la plante (Raven și colab., 1992).

Raportul între acidul nucleic și proteina unei particule virale variază de la un virus la altul (Israil, 2000).

Forma virusurilor este diferită. Astfel, acestea pot fi sferice, poliedrice, bacilare (rigide sau flexibile), filamentoase etc. (Prescott și colab., 1996).

Multiplificarea virusurilor

Cercetările recente cu privire la multiplificarea (replicarea) virusurilor au arătat că acestea au un sistem propriu de înmulțire. Cele două componente (proteina și acidul nucleic) ale particulei virale sunt sintetizate prin două procese diferite în celula gazdă și apoi se unesc pentru a forma virionul.

Virusurile nu se pot reproduce înafara celulelor și se pare că își au originea în

aparatele genetice ale bacteriilor sau eucariotelor. Când se replică, virusurile controlează mecanismul genetic al celulei gazdă (Raven și colab., 1992).

Datele din literatură (Prescott și colab., 1996) arată că virusurile parazitează bacteriile, ciupercile, algele, plantele și animalele. Virusurile bacteriene sunt cunoscute sub denumirea de **bacteriofagi (fagi)**.

Clasificarea virusurilor

Clasificarea virusurilor este într-o stare mai puțin satisfăcătoare decât cea a bacteriilor sau a microorganismelor eucariote. În parte, aceasta se datorează lipsei de cunoștințe despre originea și evoluția lor (Prescott și colab., 1996).

Sistemele actuale de clasificare a virusurilor sunt realizate pe seama unor caractere precum: forma și simetria nucleocapsidei, tipul de acid nucleic viral (ADN sau ARN), structura acidului nucleic (monocatenară sau dublucatenară), procentul acidului nucleic în particula virală, natura gazdei (animal, plantă, bacterie, ciupercă) etc.

Comitetul Internațional de Taxonomie a Virusurilor a propus un sistem uniform de clasificare și a împărțit virusurile în familii și numeroase grupe. Denumirea familiei de virusuri se termină în – **viridae**, subfamilia în – **virinae** și genul (specia) în **virus** (Prescott și colab., 1996).

Cele mai reprezentative familii de virusuri fitopatogene sunt **Reoviridae** și **Rhabdoviridae**, iar cele mai comune grupe sunt *Cucumovirus*, *Tobamovirus*, *Potexvirus*, *Potyvirus* și altele (Webster și Granoff, 1994).

Originea și evoluția virusurilor

Originea și evoluția virusurilor are o parte misterioasă, datorită lipsei dovezilor fosile. Este clar că virusurile au apărut, după apariția celulelor în care codul genetic era deja stabilizat (Raven și colab., 1992).

Studiile actuale privind structura și reproducerea virusurilor au permis mai multe speculații asupra originii lor. În prezent, virologii susțin două ipoteze mari privind originea virusurilor.

Prima ipoteză susține originea virusurilor din celule mici procariote. Se consideră că cele mai complexe virusuri, cum sunt poxvirusurile și virusurile herpetice, provin din celule mici, probabil procariote, care parazitau celule mai mari și mai complexe. Aceste celule parazite au devenit mai simple și mai dependente de gazdele lor, la fel cum s-a întâmplat cu paraziții pluricelulari, în procesul numit **evoluție retrogradă** (Prescott și colab., 1996).

Virusurile diferă radical de procariote și sunt greu de imaginat mecanismele prin care a apărut o astfel de transformare. Pe lângă acestea, ar fi de așteptat să existe forme intermediare între procariote și cele mai complexe virusuri, dar astfel de forme nu au fost detectate (Prescott și colab., 1996).

A doua ipoteză susține că virusurile reprezintă acizi nucleici celulari care au devenit independenți și au scăpat din celulă. Câteva mutații ar fi putut transforma acizii nucleici, care sunt sintetizați doar în anumite momente, în acizi nucleici infecțioși, a căror

replicare nu a putut fi controlată. Această idee este susținută de observația că acizii nucleici ai retrovirusurilor și numeroși virioni conțin secvențe destul de similare cu cele ale celulelor normale, plasmidelor și transpozonilor (Prescott și colab., 1996).

Este posibil ca virusurile să fi apărut prin ambele mecanisme prezentate. Datorită faptului că virusurile diferă foarte mult între ele, este posibil să aibă origini diferite (să fi apărut independent în cursul evoluției).

Probabil multe virusuri au provenit din alte virusuri, la fel cum organismele au provenit din strămoși specifici.

Problema originii virusurilor este complexă și destul de speculată; progresele din viitor, în ceea ce privește structura și reproducerea lor, ar putea clarifica această problemă (Prescott și colab., 1996).

Bibliografie

- Barka E.A., Vatsa, P., Sanchez, L., Gaveau-Vaillant, N., Jacquard, C., Meier Kolthoff, J.P., Klenk, H.P., Clément, C., Ouhdouch, Y., van Wezel, G.P., 2016, Taxonomy, Physiology, and Natural Products of Actinobacteria. *Microbiol Mol Biol Rev.* 80(1): 1-43.
- Bontaș, I., 1998, Biologie moleculară, Ed. BIT, Iași.
- Crăciun, C., Florea, A., Dragoș, N., Ardelean, A., 1999, Introduction to Cell and Molecular Biology, Cluj University Press, Cluj-Napoca.
- Ghișă, E., 1964, Botanică sistematică, Ed. Didactică și Pedagogică, București.
- Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T., Williams, S.T., 1994, Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, Ed. a 9-a, Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia, Hong Kong, London, München, Sydney, Tokyo.
- Israil, A.M., 2000, Biologie moleculară, Ed. Humanitas, București.
- Lee, R.E., 2008, Phycology, Cambridge University Press, Cambridge.
- Luketa, S., 2012, New view on the megaclassification of life. *Protistology.* 7 (4): 218–237.
- Lüttge, U., Kluge, M., Bauer, G., 1992, Botanique, TEC & DOC, Londres, Paris, New York.
- Margulis, L., Schwartz, K.V., 2000, Five Kingdoms, third edition, Ed. W.H. Freeman and Company, New York.
- Morariu, I., 1973, Botanica generală și sistematică, Ed. Ceres, București.
- Muntean, V., 2009, Microbiologie generală, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
- Pârvu, M., 2003, Botanică sistematică I, Ed. Gloria, Cluj-Napoca.
- Pop, I., Hodișan, I., Mititelu, D., 1983, Botanică sistematică, Ed. Didactică și Pedagogică, București.
- Prescott, L.M., Harley, J.P., Klein, D.A., 1996, Microbiology, Wm.C. Brown Publishers, S.U.A.
- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E., 1992, Biology of Plants, Worth Publishers, New York, S.U.A.
- Scagel, R.F., Bandoni, R.J., Maze, J.R., Rouse, G.E., Schofield, W.B., Stein, J.R., 1984, , Plants – An Evolutionary Survey, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California.
- Sitte, P., Ziegler, H., Ehrendorfer, F., Bresinsky, A., 1998, Lehrbuch der Botanik für Hochschulen, Ed. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – Jena – Lübeck – Ulm.

Toma, C., Niță, M., 2000, Celula vegetală, Ed. Universității "Al. I. Cuza", Iași.
 Virella, G., 1997, Microbiology and Infectious Diseases, Williams & Wilkins, Baltimore, Maryland.
 Webster, R.G., Granoff, A., 1994, Enciclopedia of Virology, vol. I-II, Academic Press, London.
 Zarnea, G., 1983, 1984, Tratat de microbiologie generală, vol. I-II, Ed. Academiei R.S.România, București.

Site-ografie

IA <https://biologywise.com/archaeobacteria-kingdom>
IAc <https://biologywise.com/characteristics-of-archaeobacteria>
IAMb <http://www.bacterio.net/methanobacterium.html>
IAMm <http://www.bacterio.net/methanomicrobium.html>
IAMc <http://www.bacterio.net/methanococcus.html>
1AHb <http://www.bacterio.net/halobacterium.html>
1AHc <http://www.bacterio.net/halococcus.html>
IB <http://www.bacterio.net/-allnamesdl.html>
1BB <http://www.bacterio.net/bacillus.html>
1BS <http://www.bacterio.net/staphylococcus.html>
1BL <http://www.bacterio.net/lactobacillus.html>
IBClas <http://www.bacterio.net/-classification.html>
1BR <http://www.bacterio.net/rhizobium.html>
1BA <http://www.bacterio.net/agrobacterium.html>
1BBeg <http://www.bacterio.net/beggiatoa.html>
1BP <http://www.bacterio.net/pseudomonas.html>
1BE <http://www.bacterio.net/escherichia.html>
1BM <http://www.bacterio.net/mycobacterium.html>
1BS <http://www.bacterio.net/streptomyces.html>
1BPsp <http://www.bacterio.net/thiospirillum.html>
1BPcp <http://www.bacterio.net/thiocapsa.html>
1BPcr <http://www.bacterio.net/chromatium.html>
1BPrs <http://www.bacterio.net/rhodospirillum.html>
1BPrp <http://www.bacterio.net/rhodopseudomonas.html>
1BPrs <http://www.bacterio.net/rhodocyclus.html>
1BVcb <http://www.bacterio.net/chlorobium.html>
1BVpc <http://www.bacterio.net/prosthecochloris.html>
1BVpd <http://www.bacterio.net/pelodictyon.html>
1BVcf <http://www.bacterio.net/chloroflexus.html>
ICy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4305>
1Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4351>
11Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=87019>
111Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8552>
1111Cy http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=30031
112Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=7224>

1121Cy http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=29985
113Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=87088>
1131Cy http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=46953
114Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=87091>
1141Cy http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=62124
115Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=87085>
1151Cy http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=46952
12Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4531>
121Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=7242>
122Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6818>
123Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=7066>
1231Cy http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=30050
13Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4538>
131Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=7232>
1311Cy http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=23809
132Cy http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=43076&-session=abv4:AC1F05FF0c74b11EBBst3CB53645
1321Cy http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=24749
133Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=7320>
1331Cy http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=23787
14Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=137169>
141Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8546>
1411Cy http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=24748
15Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4530>
151Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=7319>
1511Cy http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=24479
152Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=7231>
1521Cy http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=30070
1522Cy http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=153783
1523Cy http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=24914
153Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=7317>
154Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=7318>
155Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6797>
156Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6799>
157Cy <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=77578>
1571Cy http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=64916

Domeniul Eukarya

Domeniul **Eukarya** cuprinde organisme eucariote, unicelulare și pluricelulare, grupate în regnurile **Chromista**, **Fungi**, **Animalia** și **Plantae**.

1. Alternanță de generații la eucariote

Viața unui organism eucariot, de la formarea zigotului și până la apariția unui nou zigot, reprezintă **ciclul biologic** (de dezvoltare ontogenetică, de evoluție individuală).

Ciclul biologic la eucariote cuprinde două faze – haploidă și diploidă – deosebite citologic și fiziologic. **Faza haploidă** (n) este reprezentată de gametofit (generația sexuală). Aceasta începe cu meioza ($R!$) și se încheie cu fecundația (F). **Faza diploidă** ($2n$) este reprezentată de sporofit (generația asexuată). Această fază începe cu fecundația (F) și se termină cu meioza (Fig. 17). Gametofitul (G) este generația haploidă (H), care este producătoare de gameți, iar sporofitul (S) este generația diploidă (D), care este producătoare de spori (Pârvu, 2003).

Datorită faptului că, în ciclul de dezvoltare al organismelor cu sexualitate, cele două generații se nasc una din alta și se succed cu regularitate, acest proces se numește **alternanță de generații** sau faze.

Sub raportul alternanței de generații, organismele eucariote se grupează în trei categorii: **organisme haplobionte**, **organisme diplobionte** și **organisme haplodiplobionte** (Fig. 17).

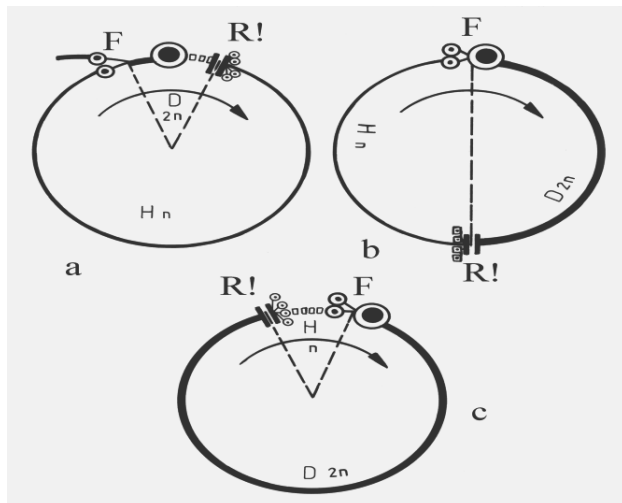


Fig. 17. Ciclurile de dezvoltare ontogenetică ale organismelor eucariote: a. **haplobionte**; b. **haplodiplobionte**; c. **diplobionte**; H. **haplofază**; D. **diplofază**; F. fecundație; R!. diviziune reduțională (meiotică).

La organismele eucariote haplobionte, gametofitul este dominant, iar generația diploidă este reprezentată de zigot. La organismele eucariote diplobionte, sporofitul este dominant, iar gametofitul este reprezentat de gameți (Fig. 17). **Diploidia** permite stocarea unei cantități mai mari de informație genetică. Probabil, diploidia asigură o exprimare mai subtilă a bagajului genetic al organismelor, în cursul dezvoltării (Raven și colab., 1992).

La organismele **haplodiplobionte**, ciclul de dezvoltare ontogenetică cuprinde două generații (gametofit și sporofit) **izomorfe** (asemănătoare morfologic). Alte organisme haplodiplobionte prezintă un ciclu de dezvoltare ontogenetică cu două generații (gametofit și sporofit) **heteromorfe**, cu predominarea uneia sau alteia dintre generații. Organismele haplodiplobionte pot avea gametofit **homotalic** sau **heterotalic**. Cele cu gametofit heterotalic prezintă gametofit bărbătesc și gametofit femeiesc pe care se formează gameți caracteristici (Pârnu, 2003).

Pe lângă organismele haplodiplobionte menționate, există organisme haplodiplobionte care prezintă un ciclu de dezvoltare ontogenetică cu trei generații. Un astfel de ciclu de dezvoltare trigenetic se întâlnește la algele roșii (**Florideophyceae**) evolute. Aceste alge haplodiplobionte prezintă o fază haploidă (**gametofitul**) și o fază diploidă cu două generații sporofitice (**carposporofitul** și **tetrasporofitul**) independente. Carposporofitul formează spori asexuați denumiți **carpospori**, iar tetrasporofitul spori asexuați denumiți **tetraspori**.

2. Morfologia talului și evoluția acestuia la alge

Algele prezintă o mare diversitate morfologică și structurală. Cele cu structura cea mai simplă sunt unicelulare. Acestea pot fi mobile (monade) sau imobile. Cele mai evolute alge au structură parenchimatică. Structura algelor este dependentă de treapta de evoluție pe care se află acestea (Fig. 18).

Algele prezintă o mare diversitate morfologică. Cele mai simple alge sunt unicelulare, flagelate, fără perete celular. Din acestea au evoluat pe de o parte algele rizopodiale, iar pe de altă parte formele monadale. Algele rizopodiale cuprind reprezentanți amoeboidali și reprezentanți în formă de **plasmodiu**. Talul amoeboidal este unicelular, uninucleat, fără perete celular și are capacitatea de a forma pseudopode. Talul plasmodial este unicelular, plurinucleat, fără perete celular și are capacitate redusă de a forma pseudopode, datorită creșterii consistenței protoplasmei.

Din talul unicelular imobil și/sau monadal a evoluat talul **cenobial**, iar din acesta talul **colonial**. Cenobiul este alcătuit din celule formate din diviziunea aceleiași celule mamă și care rămân alăturate prin intermediul unui mucilagi. Mucilagiul se formează prin gelificarea peretelui celulei mamă. Celulele din cenobiu sunt capabile de viață independentă, dacă se desprind din acesta (Toma și Niță, 2000).

Colonia este formată din celule interdependente, între care există numeroase legături funcționale. Celulele din colonie sunt legate între ele prin plasmodesme și nu sunt capabile de viață independentă. Numărul de celule din colonie diferă, în funcție de specie. La *Volvox*, colonia este formată din numeroase celule (15000 - 20000) diferențiate morfologic și funcțional.

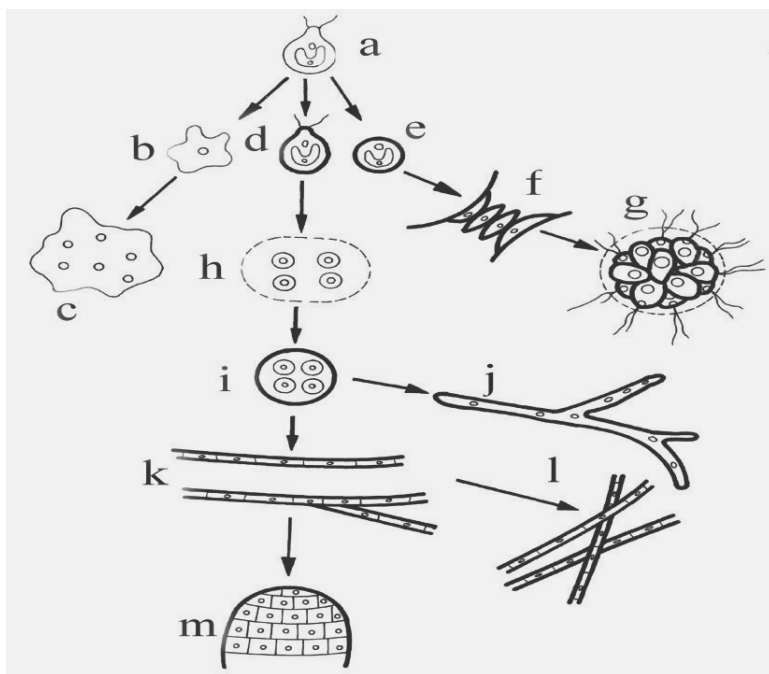


Fig. 18. Tipurile de tal și evoluția acestuia la alge:

- a. unicelular cu perioplast; b. amoeboidal; c. plasmodial; d. monadal; e. unicelular imobil;
f. cenobial; g. colonial; h. palmeloid (capsal); i. cocal; j. sifonal; k. filamentos;
l. plectenchimatic; m. parenchimatic.

Cenobiile și coloniile pot fi mobile sau imobile, în funcție de prezența sau absența flagelilor, la celulele pe care le conțin (Pârvu, 2003).

De asemenea, din talul monadal au evoluat formele capsale și cocale. Talul **capsal** se caracterizează prin lipsa peretelui celular; celulele sunt înglobate într-o masă gelatinoasă. Forma acestui tal depinde de proprietățile masei gelatinoase (Péterfi și Ionescu, 1979).

Talul **cocal** (cocoid) a evoluat din talul capsal. Caracteristica cea mai importantă a acestui tip de tal o constituie apariția peretelui propriu-zis, de consistență evidentă. În multe cazuri, peretele este impregnat cu diferite substanțe.

Din talul cocal au evoluat talul sifonal și talul filamentos (trihal). Talul **sifonal** este unicelular, plurinucleat și are formă diferită. Poate fi veziculos sau tubular. Mai este denumit cenocit. Talul **filamentos** este alcătuit din celule dispuse într-un singur rând, simplu sau ramificat. Talul **plectenchimatic** s-a format, prin împletirea filamentelor, iar talul **parenchimatic** este un tal cu țesuturi adevărate format, de regulă, prin activitatea unei celule inițiale, terminale, mai rar a unui meristem intercalar.

Cele mai evoluate taluri se întâlnesc la algele (feofite, rodofite, clorofite) cu structura cea mai complexă.

3. Înmulțirea algelor

Algele prezintă diferite tipuri de înmulțire: vegetativă, asexuată și sexuată.

Înmulțirea vegetativă se poate produce prin diviziunea celulară la formele unicelulare și prin fragmentarea talului la algele pluricelulare.

Înmulțirea asexuată se realizează prin spori asexuați specializați. La alge se întâlnesc două tipuri de spori asexuați: **zoospori** și **aplanospori**. Zoosporii (planosporii) sunt spori asexuați mobili care se deplasează cu ajutorul flagelilor. Celula în care se formează zoosporii se numește **zoosporange** (zoosporocist). Aplanosporii sunt spori asexuați specializați care nu prezintă flageli și nu sunt mobili.

Înmulțirea sexuată la alge este diversă și se poate realiza prin **gametogamie** și **somatogamie (conjugare)**. Gametogamia este înmulțirea sexuată care constă în unirea (fecundația) gameților. Formarea acestora este precedată de o diviziune redukțională (meioză), așa încât toți gameții sunt celule haploide (n). Morfologic, gameții prezintă o mare variabilitate (Răvăruț și Turenschi, 1973).

Astfel, se disting izogameți și heterogameți. Izogameții sunt flagelați și sunt identici din punct de vedere morfologic. Heterogameții sunt inegali din punct de vedere morfologic. De obicei, gametul femeiesc este mai mare, este mobil și se numește macrogamet. Alteori, gametul femeiesc este imobil și se numește oosferă. Gametul bărbătesc este mult mai mic decât cel femeiesc și se numește microgamet. Gameții bărbătești pot fi mobili și imobili. Gameții bărbătești mobili se numesc anterozoizi sau spermatozoizi, iar cei lipsiți de flageli se numesc spermatii (Pârvu, 2003).

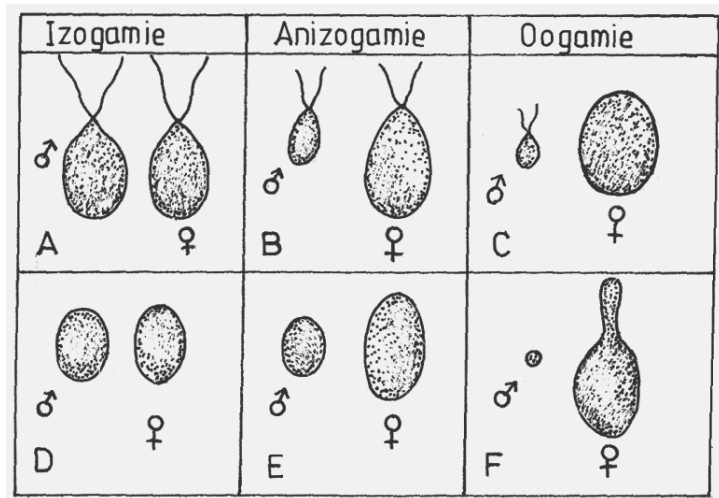


Fig. 19. Tipurile de gametogamie: izogamie, anizogamie și oogamie.

A și B. ambii gameți mobili; C. gametul bărbătesc mobil; D, E și F. ambii gameți imobili.

În funcție de morfologia gameților, se disting următoarele tipuri de gametogamie: **izogamie**, **anizogamie** și **oogamie** (Fig. 19).

O gametogamie particulară prezintă **algele roșii** (rodofitele). La acestea, fecundația (**carpogamia**) are loc între doi gameți (oosferă, spermatic) imobili. Oosfera se formează în carpogon, iar spermatic în spermatangiu.

Somatogamia este înmulțirea sexuată care constă în fuziunea întregului conținut celular a două celule vegetative cu potențe sexuale diferite. Cele două celule fuzionează prin intermediul unui canal de copulație (conjugare). După fecundație, se formează zigotul ($2n$). Această înmulțire sexuată mai este denumită **conjugare**. Un exemplu de somatogamie (conjugare) se întâlnește la *Spirogyra* (**mătasea broaștei**). **Somatogamia** (conjugarea) se întâlnește la numeroase ciuperci (Pârvu, 2003).

4. Clasificarea algelor

Algele au structură celulară eucariotă, fiind unicelulare și pluricelulare. Diferite caractere biochimice, genetice, citologice etc. relevă existența a trei grupe mari de alge (rodofite, cromofite și clorofite) și mai multe încrângături care corespund unor linii evolutive fundamentale. Cele trei grupe de alge se deosebesc între ele prin pigmentii asimilatori pe care-i conțin și prin produsul de rezervă caracteristic. De asemenea, cantitatea (%) de G + C din ADN diferă, în funcție de specie.

Denumirea **Chromista** înseamnă "colorat". Majoritatea speciilor din regnul **Chromista** sunt fotosintetice, dar anumite mucegaiuri sunt heterotrofe și sunt mai puțin colorate (**C**). Chromistele fotosintetice sunt unele dintre cele mai importante organisme în ecosistemele acvatice (**C**).

Regnul **Chromista** (**RC**) cuprinde numeroase specii (24452 de specii în prezent) grupate în mai multe încrângături, precum **Bacillariophyta**, **Cryptophyta**, **Haptophyta**, **Miozoa**, **Ochrophyta** etc. (**RC**; Cavalier-Smith, 2018).

În regnul **Plantae** sunt cuprinse organisme fotosintetizatoare precum algele roșii, algele verzi, mușchii și plantele vasculare (cormofitele) (**IRP**).

4.1. Încrângătura Miozoa

În încrângătura **Miozoa** (**IM**) sunt cuprinse **chromiste** grupate în câteva clase, precum **Dinophyceae**, **Noctiluconophyceae** etc.

4.1.1. Clasa Dinophyceae

Clasa Dinophyceae (gr. dinos = vârtej; phyceae = sufix pentru clasă) sunt cuprinse (**IM**) numeroase dinoficee (3440 de specii în prezent) grupate în cel puțin 259 de genuri (Gómez, 2012). Aceste alge mai sunt cunoscute sub denumirea de **Pyrrhophyta** (gr. pyrrhos = foc; phyton = plantă) sau **Dinoflagellatae** (gr. dinos = vârtej; flagellum = flagel). Dinoficeele sunt cei mai importanți membri ai planctonului în **apele marine** și în **apele dulci**. În general, dinoficeele sunt mai puțin prezente în apele polare mai reci decât în apele mai calde.

4.1.1.1. Morfologia talului

Dinoficeele se găsesc pe diferite trepte de organizare a talului: monadal, cocal, filamentos (trihal) și palmeloid (Fig. 20). Majoritatea speciilor sunt monadale, cu doi flageli inserați lateral sau apical. Unele dinoficee mobile nu sunt flagelate evident. Dinoficeele imobile cuprind specii nefilamentoase (cocale, palmeloide) și filamentoase.

4.1.1.2. Structură celulară

Organizarea celulară generală a dinoficeelor este tipic eucariotă. Dinoficeele imobile au peretele celular format din celuloză. Majoritatea speciilor sunt mobile și prezintă un înveliș extern denumit **tecă**, alcătuit din plăci celulozice, de grosimi diferite (Scagel și colab., 1984). În general, la o specie este caracteristic un anumit număr de plăci celulozice. Aranjarea plăcilor celulozice constituie un criteriu taxonomic și ele alcătuiesc **tabulația** caracteristică fiecărei specii (Scagel și colab., 1984).

Conținutul viu celular este format din membrană plasmatică, citoplasmă și nucleu. Celulele pot fi fotosintetice sau heterotrofe. Cloroplastele dinoficeelor fotosintetice sunt înconjurate de 3 membrane (două ale învelișului cloroplastului și o membrană a reticulului endoplasmic al cloroplastului). În cloroplaste se găsesc pigmenții asimilatori precum **clorofile** (a și c), **β - caroten** și **xantofile** (diadinoxantină, diatoxantină și peridinină). **Peridinină** este similară fucoxantinei (Raven și colab., 1992). Tilacoizii sunt grupați câte trei, iar pirenoizii, când sunt prezenți, au poziții variate. Stigmele sunt variate și pot să fie asociate sau nu, cu cloroplastele (Scagel și colab., 1984).

În general, celulele dinoficeelor sunt uninucleate. Nucleul este format din membrană (anvelopă) nucleară, nucleoplasmă, nucleol și cromozomi. Structura cromozomilor reprezintă un stadiu evolutiv intermediar între nucleoidul procariot și nucleul eucariot. Cromozomii dinoflagelateelor sunt formați din ADN fibrilar complex, diferențiat de nucleoplasmă, dar nu conțin **histone**. Datorită structurii nucleului, dinoflagelatele (dinofitele) au fost denumite **mezocariote**. Cromozomii rămân condensați și vizibili, în timpul diviziunii celulare și a interfazei (Scagel și colab., 1984).

În timpul mitozei, se mențin membrana nucleară și nucleolul. Microtubulii citoplasmatici separă noii nuclei, dar nu sunt implicați în separarea cromozomilor, care apar atașați de membrana nucleară (Scagel și colab., 1984).

Celula dinoflagelată tipică are 2 flageli inserați lateral. Aceștia iau naștere la locul de întâlnire a celor două șanțuri (ecuatorial și longitudinal), de pe învelișul extern (Fig. 17).

Șanțul ecuatorial (transversal) este denumit **cingulum**. Acesta delimitează, pe suprafața externă (teca) a celulei, **epiteca** (partea superioară) și **hipoteca** (partea inferioară). Șanțul vertical (longitudinal) este situat în hipotecă și este denumit **sulcus**. Poziția șanțului ecuatorial este o caracteristică taxonomică. În șanțurile (ecuatorial și longitudinal) de pe tecă, pot exista o serie de plăci de dimensiuni mici. Astfel de plăci sunt vizibile la *Peridinium* (Fig.20).

Flagelii pot emerge dintr-un singur por sau din doi pori separați de pe suprafața învelișului celular. Flagelul transversal este sub formă de panglică, datorită prezenței unei benzi striate în interiorul membranei flagelare. Această bandă este mai scurtă decât

microtubulii flagelari și cauzează o "buclare" a flagelului. Pe acest flagel pot fi prezenți peri foarte fini (Scagel și colab., 1984).

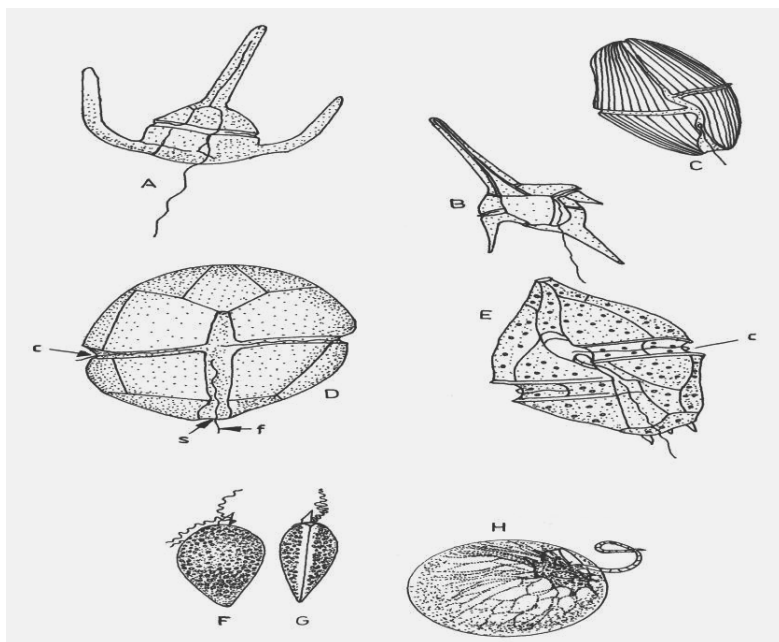


Fig. 20. Morfologia talului la Dinophyceae și Noctilucopephyceae:

A. *Ceratium tripos*; B. *Ceratium hirundinella*; C. *Gymnodinium*; D. *Peridinium*;
E. *Gonyaulax*; F și G. *Prorocentrum micans*; H. *Noctiluca miliaris*; c. cingulum;
s. sulcus; f. flagel.

Flagelul ecuatorial (transversal) înconjoară aproape toată celula și execută mișcare ondulatorie care are ca efect învârtirea și propulsia individului. Flagelul din șanțul longitudinal împinge celula înainte prin mișcări ca de înot și servește la cârmuire. Activitatea celor doi flageli asigură o mișcare de învârtire și înaintare (șurub) în apă a celulelor (Ionescu și Péterfi, 1981).

4.1.1.3. Nutriție

În funcție de modul de nutriție, se diferențiază dinoficee autotrofe, dinoficee heterotrofe și dinoficee mixotrofe (Schnepf și Elbrächter, 1992).

Dinoficeele autotrofe sunt fotosintetizante. Acestea sintetizează **amidon**, ca produs de rezervă, pe care-l depozitează înafara cloroplastului. Uneori acumulează **grăsimi** și **uleiuri**, în cantități mari, care determină culoarea roșie sau portocalie a celulelor, de unde provine denumirea de **pirofit** (Scagel și colab., 1984).

Anumite dinoficee nu conțin clorofilă și se hrănesc heterotrof. Dinoflagelatele mai puțin colorate își obțin hrana prin ingerarea altor celule sau a particulelor organice mici (Raven și colab., 1992).

Unele dinoficee trăiesc în **simbioză** cu multe tipuri de organisme (spongieri, meduze, corali, caracatițe, sepii etc.). Când sunt simbiote, dinoflagelatele nu au tecă și apar ca celule sferice, aurii, numite zooxantele (Raven și colab., 1992).

Anumite dinoflagelate (*Gonyaulax*, *Gymnodinium*) produc substanțe otrăvitoare (toxine) care pot afecta oamenii și animalele (Scagel și colab., 1984).

4.1.1.4. Înmulțire

Dinoficeele se înmulțesc pe cale vegetativă, asexuat și sexuat.

Principalul mod de reproducere este pe cale vegetativă, prin diviziunea longitudinală a celulei. Fragmentarea celulară se produce după diviziunea nucleului și a organitelor citoplasmatică. Fiecare celulă fiică primește un flagel și o porțiune din tecă. Apoi, cele două celule fiice formate construiesc părțile care lipsesc (Raven și colab., 1992).

La unele dinoficee, fragmentarea conținutului celular se produce în interiorul celulei parentale. Astfel, se formează două celule noi, fără tecă, care sunt eliberate din celula parentală. Fiecare celulă tânără formează plăci noi celulozice (Scagel și colab., 1984).

Înmulțirea asexuată se realizează prin spori specializați denumiți **zoospori** care se întâlnesc în dezvoltarea unor dinofite imobile. La aceste specii, doar zoosporii au structură tipică de dinoflagelat, în timp ce formele mature au celule fără flageli și sunt solitare sau unite în colonii (Raven și colab., 1992).

Înmulțirea sexuată la dinofite se realizează prin **gametogamie** (izogamie și anizogamie). La unele genuri (*Peridinium*, *Gymnodinium*), reproducerea sexuată se realizează prin izogamie. La *Ceratium*, înmulțirea sexuată se realizează prin anizogamie. Dinofitele sunt **alge haplobionte**, la care zigotul este singurul stadiu diploid (Scagel și colab., 1984).

4.1.1.5. Clasificare

Sistematica clasei **Dinophyceae** (Pyrrhophyta, Dinoflagellatae) este destul de controversată. În baza de date cu alge, clasa **Dinophyceae (1M)** este inclusă în încrengătura **Miozoa** din regnul **Chromista** și cuprinde mai multe ordine, precum **Prorocentrales**, **Peridiniales**, **Gymnodiniales** și **Gonyaulacales**.

Ordinul Prorocentrales

În ordinul **Prorocentrales (11M)** sunt dinoficee care au peretele celular divizat vertical în două jumătăți, prezintă doi flageli situați apical și nu au șanțuri (Lee, 2008). Genul caracteristic acestui ordin este *Prorocentrum*.

La *Prorocentrum (111M)*, celulele sunt protejate de o tecă (cochilie) bivalvă, sunt biflagelate, cu doi flageli heteromorfi inserați apical, care ies printr-un por. Pe suprafața celulelor, nu există șanțuri caracteristice dinoficeelor (Fig. 20). Înmulțirea asexuată are loc

prin fragmentarea longitudinală a celei, iar fiecare celulă fiică moștenește numai o valvă parentală și formează o nouă valvă (Lee, 2008).

Ordinul Gymnodiniales

În ordinul **Gymnodiniales (12M)** se găsesc dinoflagelate care au celule mobile, cu epicon și hipocon separate de un șanț, iar învelișul celular este subțire sau este reprezentat de periplast. Genul caracteristic acestui ordin este *Gymnodinium* (121M).

La *Gymnodinium*, celulele sunt mobile, biflagelate, cu tal monadal și acoperite de periplast, pe suprafața căruia se găsesc șanțurile **cingulum** și **sulcus**. Șanțul longitudinal este situat în hipotecă și se prelungește în epitecă (epicon), după intersectare cu șanțul ecuatorial (Fig. 20).

Ordinul Peridiniales

În ordinul **Peridiniales (13M)** sunt dinoflagelate care au celule mobile cu epicon și hipocon separate de un șanț și o tecă din plăci groase (Lee, 2008).

La *Peridinium* (131M), celulele sunt acoperite cu o tecă celulozică formată din plăci prevăzute cu pori. Pe suprafața peretelui celular se observă microscopic șanțul ecuatorial care delimitează epiteca și hipoteca și șanțul longitudinal, care este situat în hipotecă și este perpendicular pe șanțul ecuatorial (Fig. 21).

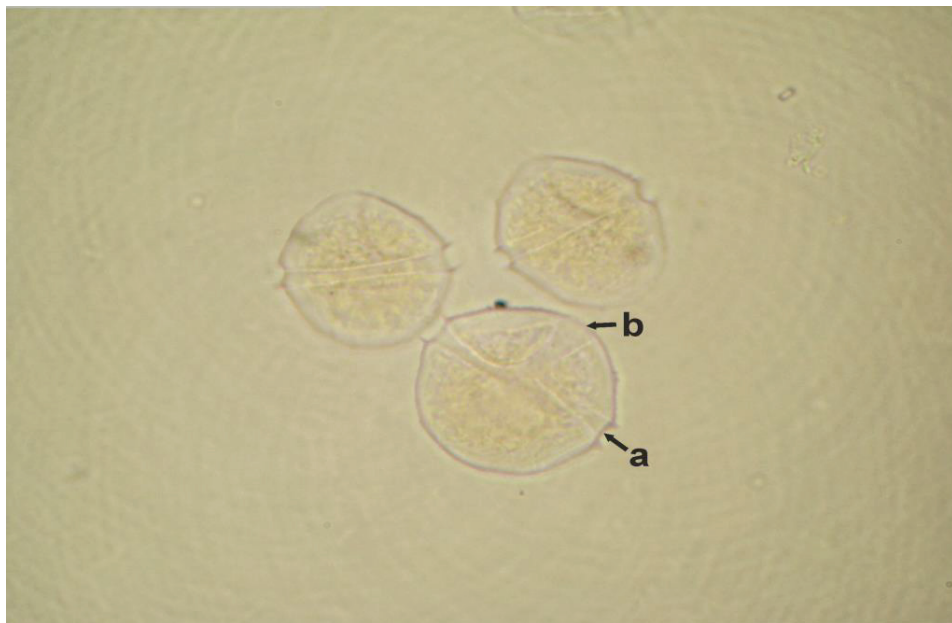


Fig. 21. Celule de *Peridinium* (la microscop optic): șanț ecuatorial (a); șanț longitudinal (b).

Ordinul Gonyaulacales

În ordinul **Gonyaulacales (14M)** sunt dinoflagelate care au celule mobile și perete celular format din plăci celulozice cu suprafața netedă (la *Ceratium*) sau prevăzută cu țepi puternici (*Gonyaulax*).

La *Ceratium (141M)*, epitoca este prevăzută cu un corn, iar hipoteca are două coarne (la speciile marine) sau trei coarne (la speciile dulcicole). Dintre speciile comune acestui gen menționăm *Ceratium hirundinella (1411M)* care se găsește în ape dulci și ape marine și *C. tripos (1412M)* care se găsește în ape marine (Fig. 20). Specia tip a genului este *Ceratium tetraceras (1413M)*, care se găsește în ape dulci.

La *Gonyaulax (142M)*, celulele au hipoteca prevăzută cu țepi puternici (Fig. 20E).

4.1.1.6. Mediul de viață

În general, dinoficeele se găsesc în ape marine, unde participă la formarea fitoplanctonului. Unele dinoficee se găsesc în ape dulci. În apele tropicale ale oceanelor, dinoficeele reprezintă fitoplanctonul dominant. Acestea pot fi atât de numeroase, încât colorează apa în roșu – brunu, ceea ce se numește **maree roșie**. Această culoare roșie explică denumirea de **Pyrrhophyta**.

Mareele roșii produc probleme, în apele litorale ale oceanelor. Dar nu toate mările roșii sunt cauzate de dinoflagelate și nu toate sunt toxice (Scagel și colab., 1984).

Toxinele formate de dinoficee pot afecta animalele și oamenii. Otrăvirea oamenilor apare atunci când consumă scoici care au acumulat toxine de dinoflagelate (Scagel și colab., 1984).

Organismele vii produc două tipuri de emisie de lumină: **bioluminescență (chemoluminescență)** și **fotoluminescență**. În cazul bioluminescenței, energia provenită dintr-o reacție chimică exogenă este transformată în energie luminoasă, iar în cazul fotoluminescenței emisia de lumină este condiționată de absorbția anterioară de lumină. Multe dinoficee marine, dar nu de apă dulce, sunt capabile de bioluminescență. Compusul responsabil pentru bioluminescență este **luciferina**, care este oxidat cu ajutorul enzimei **luciferază**, producând emisie de lumină (Lee, 2008).

Dintre speciile producătoare de bioluminescență, reprezentativă este *Noctiluca miliaris*, care se întâlnește în ape marine. Celulele de *Noctiluca miliaris* sunt mari (200 – 2000 μm), sferice și fosforescente, prevăzute cu un tentacul ventral, lung și contractil (Ionescu și Péterfi, 1981). Șanțul transversal nu este dezvoltat, iar șanțul longitudinal este scurt și este situat într-o fantă care se adâncește într-un citostom (Fig. 20). *Noctiluca miliaris (2111M)* este specia tip a genului *Noctiluca (211M)*, care aparține **ordinului Noctilucales (21M)**, din clasa **Noctilucopeae (2M)**, care este inclusă în încrengătura **Miozoa (IM)**.

În condiții nefavorabile de mediu, dinoflagelatele produc **spori de rezistență (ciști)**, care se deosebesc morfologic de celulele vegetative (Lee, 2008).

4.1.1.7. Origine și evoluție

În stare fosilă, dinoficeele datează din Precambrianul târziu, cu 650 de milioane de ani în urmă și sunt reprezentate de celule închistate (Scagel și colab., 1984).

Ipotezele privind originea și evoluția dinoficeelor se bazează pe studiul complex al reprezentanților actuali. Dinoficeele prezintă caractere de asemănare cu celelalte cromofite, în ceea ce privește clorofila c și xantofilele.

Totuși, ele prezintă și caractere distinctive care se referă la starea nucleară de tip mezocariot, prezența peridininei și depozitarea amidonului.

Caracterele de asemănare și distinctive ale dinoficeelor, comparativ cu celelalte alge, permit considerarea lor ca un grup vechi, care s-a desprins din trunchiul comun al cromofitelor. Dinoficeele au urmat o linie evolutivă distinctă, care constituie o linie închisă.

4.1.1.8. Bibliografie

Cavalier-Smith T., 2018, Kingdom **Chromista** and its eight phyla: a new synthesis emphasising periplastid protein targeting, cytoskeletal and periplastid evolution, and ancient divergences, *Protoplasma*. 2018; 255(1): 297–357.

Gómez, F., 2012, A checklist and classification of living dinoflagellates (dinoflagellata, alveolata), *CICIMAR Oceanides*, 27(1): 65-140.

Ionescu, A., Péterfi, Ș., 1981, *Tratat de algologie*, vol. IV, Ed. Academiei R.S.România, București.

Lee, R.E., 2008, *Phycology*, Cambridge University Press, Cambridge.

Péterfi, Ș., Ionescu, A., 1977, 1979, *Tratat de algologie*, vol. II, III, Ed. Academiei R.S.România, București.

Pârvu, M., 2003, *Botanică sistematică I*, Ed.Gloria, Cluj-Napoca.

Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E., 1992, *Biology of Plants*, Worth Publishers, New York, S.U.A.

Răvăruț, M., Turenschi, E., 1973, *Botanica*, Ed. Didactică și Pedagogică, București.

Scagel, R.F., Bandoni, R.J., Maze, J.R., Rouse, G.E., Schofield, W.B., Stein, J.R., 1984, , *Plants – An Evolutionary Survey*, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California.

Schnepf, E., Elbrächter, M., 1992, Nutritional strategies in dinoflagellates: A review with emphasis on cell biological aspects. *European Journal of Protistology*. **28** (1): 3–24.

Toma, C., Niță, M., 2000, *Celula vegetală*, Ed. Universității "Al. I. Cuza", Iași.

Site-ografie

C <http://www.ucmp.berkeley.edu/chromista/chromista.html>

RC <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=86704>

IM <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=142013>

1M <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4346>

11M <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4498>

111M <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6782>

12M <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4500>

121M <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6790>
 13M <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4522>
 131M <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6786>
 14M <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=93911>
 141M <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6795>
 1411M http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=30383
 1412M http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=56388
 1413M http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=56083
 142M <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6348>
 2M <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=123181>
 21M <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4441>
 211M <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6336>
 2111M http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=55372

4.2. Încrengătura Ochrophyta

Încrengătura **Ochrophyta** (IO) cuprinde mai multe clase, precum **Chrysophyceae**, **Phaeophyceae**, **Synurophyceae**, **Xanthophyceae** și altele. Algele **Ochrophyta** au, în mod obișnuit, celule cu doi flageli diferiți (heteroconți), dintre care un flagel anterior cu peri (plumos) și un flagel posterior mai scurt, cu suprafața netedă (Lee, 2008).

4.2.1. Clasa Chrysophyceae

În clasa **Chrysophyceae** (gr. chrysos = galben - auriu; phyceae = sufix pentru clasă) sunt cuprinse algele **galbene** – **aurii**. Majoritatea speciilor de **Chrysophyceae** sunt de apă dulce și se întâlnesc în ape cu conținut scăzut de calciu.

4.2.1.1. Morfologia talului

Crizoficeele prezintă diversitate morfologică. Majoritatea crizoficeelor au tal monadal sau colonial (Ionescu și Péterfi, 1981).

4.2.1.2. Structură celulară

Numeroase crizoficee (monadale, rizopodiale, palmeloide) nu au perete celular. La exteriorul celulei se găsește membrana plasmatică denumită **periplast**. Astfel de celule se întâlnesc la *Ochromonas*, *Chromulina*, *Chrysamoeba* etc. Multe **Chrysophyceae** se remarcă, în general, prin doi flageli inegali, heteromorfi și heterodinamici, cu inserție subapicală și perpendiculară. Flagelul orientat anterior este plumos (cu peri) și este cunoscut sub denumirea de **flagel pleuronematic**. Flagelul orientat posterior este neted, este mai scurt și este inserat perpendicular pe flagelul orientat anterior. Flagelul posterior se termină bont sau într-un filament subțire și se numește **flagel acronematic**.

Numeroase crizoficee au înveliș extern incomplet, în formă de butelie, clopot etc., cunoscut sub denumirea de **lorică**. O astfel de lorică se întâlnește la *Dinobryon*. De cele

mai multe ori, protoplastul nu ocupă lorică în întregime, ci doar o porțiune mică din cavitatea acesteia. Structura loricii este diferită, în funcție de gen. Aceasta este microfibrilară și poate fi chitinoasă sau silicioasă. Alte crizoficee, precum *Dinobryon*, au la suprafața celulei un perete celular microfibrilar, de natură **celulozică** (Pârvu, 2003).

În citoplasmă se găsesc cloroplaste (cel mai adesea una sau două), care sunt înconjurate de două membrane ale învelișului cloroplastului și de două membrane ale reticulului endoplasmic al cloroplastului, dintre care membrana externă este continuată de membrana externă a învelișului nuclear (Lee, 2008). Tilacoizii sunt grupați câte 3, iar pirenoizii sunt comuni în cloroplastele crizoficeelor. Pigmenții asimilatori caracteristici sunt clorofilele a, c₁ și c₂, iar dintre carotenoizi predominantă este fucoxantina. La unele specii, fucoxantina este în cantitate mare și maschează culoarea clorofilelor. Celulele vegetative ale crizoficeelor monadale și coloniale, precum și zoosporii, prezintă, în general, câte o stigmă intraplastidială, situată între tilacoizi și învelișurile plastidiale.

Produsul de asimilație principal este **crizolaminarina** care este depozitată într-o veziculă intracitoplasmatică situată în partea posterioară a celulei. Vezicule lipidice pot fi găsite în citoplasmă (Lee, 2008).

Crizoficeele sunt uninucleate și prezintă nucleu piriform situat în partea anterioară a citoplasmei. De asemenea, în partea anterioară a citoplasmei se găsesc vacuole contractile situate lângă aparatul Golgi (Lee, 2008).

Crizoficeele și Synuroficeele sunt recunoscute pentru capacitatea lor de-a forma **statozori** (ciști, spori de rezistență). Statozorii sunt unicelulari, provin din celule vegetative, sunt imobili, au formă variată (sferică, eliptică, ovală) și suprafața netedă sau ornamentată specific (Lee, 2008).

4.2.1.3. Nutriție

În funcție de modul de nutriție, se diferențiază crizoficee **autotrofe** și crizoficee **heterotrofe**. Deseori, crizoficeele sunt mixotrofe. Astfel de nutriție mixotrofă prezintă *Dinobryon* (Lee, 2008).

Crizoficeele fotoautotrofe sintetizează **crizolaminarină**, ca principal produs de rezervă, care este depozitat înafara cloroplastului, în partea posterioară a celulei sau legat de pirenoid.

4.2.1.4. Înmulțire

Crizoficeele prezintă diferite tipuri de înmulțire: vegetativă, asexuată și sexuată.

Înmulțirea vegetativă se realizează prin diviziunea celulei la formele unicelulare și prin fragmentarea talului la cele pluricelulare. La crizoficeele loricat, doar protoplastul se divide. Dintre celulele fiice, formate prin diviziune, numai una părăsește lorică și secretă o nouă lorică.

Înmulțirea asexuată se realizează prin spori asexuați specializați denumiți **zoospori**, care pot fi biflagelați (tip *Ochromonas*) sau cu un singur flagel vizibil (tip *Chromulina*).

La crizoficee precum *Dinobryon* (Fig. 22), înmulțirea sexuată se realizează prin **izogamie**. În toate cazurile, se unesc două celule vegetative mobile care se comportă ca

izogameți. Loricile se prind cu deschiderile lor "gură la gură". Fiecare monadă își părăsește lorică. Apoi, cele două monade fuzionează și formează un zigot sferic care se transformă în **statospor**. Peretele statosporului devine silicificat, cu excepția unei mici deschizături care prezintă un căpăcel alcătuit din siliciu și substanțe polizaharidice. În condiții favorabile, statosporul germinează și produce una sau două celule mobile sau **zoospori**, care ies prin por după dizolvarea căpăcelului (Scagel și colab., 1984). Crizoficeele sunt **alge haplobionte**, la care numai zigotul este diploid (Ionescu și Péterfi, 1981). La *Dinobryon* se formează statospor în cursul înmulțirii asexuate și a înmulțirii sexuate (Lee, 2008).

4.2.1.5. Clasificare

Clasa **Chrysophyceae (10)** cuprinde câteva ordine, precum **Chromulinales**, **Hydrurales** etc.

Ordinul Chromulinales

În ordinul **Chromulinales (110)** sunt crizoficee care au în ciclul de viață un stadiu unicelular cu doi flageli inserați apical.

La *Ochromonas (1110)*, talul este unicelular, este acoperit cu periplast și este prevăzut cu doi flageli inegali. Un flagel este plumos și este orientat înainte, iar flagelul neted este inserat perpendicular față de cel anterior. Celulele conțin 1- 2 cloroplaste care sunt prevăzute, de obicei, cu stigmă.

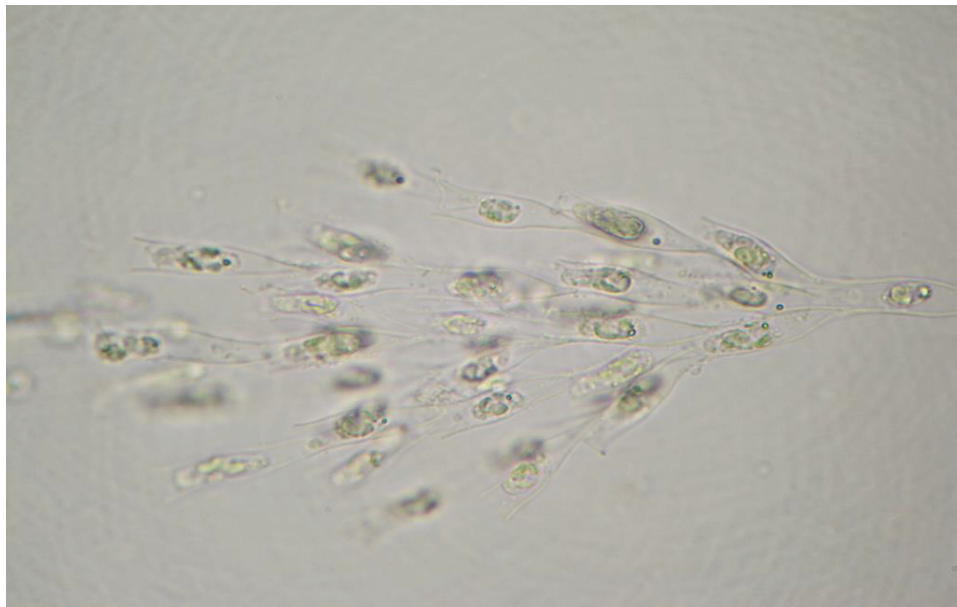


Fig. 22. Colonie de *Dinobryon sertularia* (imagine la microscop optic).

În unele genuri precum *Chromulina* (112O), flagelul neted este redus, iar celula conține două cloroplaste parietale, un nucleu central și o veziculă mare cu crizolaminarină situată posterior (Lee, 2008).

Genul *Dinobryon* (113O) cuprinde forme coloniale, dendroide, care au celula acoperită cu lorică celulozică, în formă de pâlnie sau cilindrică, cu baza conică, iar conținutul citoplasmatic este fusiform, biflagelat, cu doi flageli inegali inserați anterior, cu două cloroplaste și stigmă și un nucleu central (Fig. 22).

După diviziune, una dintre celulele fiice de *Dinobryon* părăsește lorică, se fixează de marginea loricii mamă și secretă un nou perete celular. Specia tip a genului este *Dinobryon sertularia* (gr. dinos = vârtej, rotire; bryon. = mușchi; lat. sertulum = buchet, mănunchi) (113IO), care se întâlnește în ape dulci (lacuri, bălți, iazuri sau turbării) și produce fenomenul de **înflorire** (Fig. 22).

Ordinul Hydrurales

În ordinul **Hydrurales** (12O) sunt crizoficee cu tal palmeloid (capsal), de mărimi variate (microscopice și macroscopice). Celulele talului sunt înglobate în masă gelatinoasă. Un gen caracteristic al ordinului este *Hydrurus* (121O).

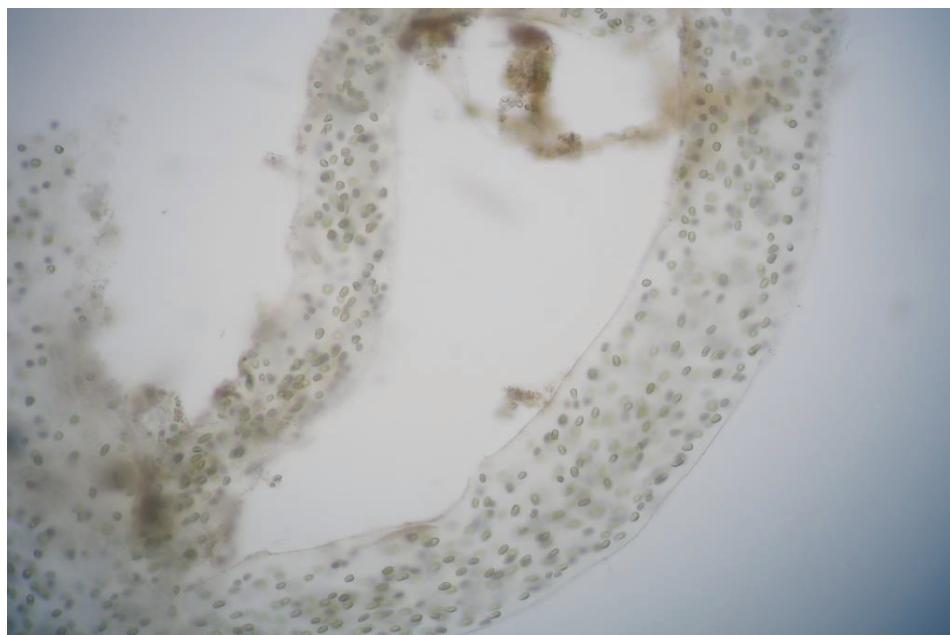


Fig. 23. Tal palmeloid de *Hydrurus foetidus* (imagine la microscop optic).

La *Hydrurus foetidus* (Fig. 23) (gr. hydor, hydros = apă; oura = coadă; lat. foetidus = urât mirositor, fetid), talul palmeloid este macroscopic, bogat ramificat, cu creștere apicală, iar zoosporii sunt tetraedrici și uniflagelați (Sitte și colab., 1998). *Hydrurus foetidus* (**1211O**) apare abundent primăvara, în ape curgătoare, curate, de munte, bogate în carbonați și este fixată pe pietre. Este o specie microtermă, cunoscută sub denumirea populară de “coada apei”.

4.2.1.6. Origine și evoluție

Ipotezele privind originea și evoluția crizoficeelor se bazează pe studiul complex al reprezentanților actuali.

Algele **Synurophyceae** prezintă asemănări cu algele **Bacillariophyceae**, **Chrysophyceae** și **Phaeophyceae** (Lavau et al., 1997; Andersen et al., 1999; citați de Lee, 2008). Datorită învelișului silicios care acoperă celula, au fost numite **Diatomeae** (**Bacillariophyceae**) flagelate (Lee, 2008). Acestea au multe caracteristici ca ale crisoficeelor, precum sunt statosporii (Lee, 2008).

Se consideră că algele crisoficee au origine comună cu diatomeele și algele brune, datorită structurii celulare asemănătoare, prezenței clorofilei c, xantofilelor comune și produsului de depozitare reprezentat de crizolaminarină.

Crizoficeele au strămoș heterocont necunoscut. Cele mai primitive forme actuale sunt ochromonadalele. Aceste forme au constituit, probabil, strămoșii grupelor mai evoluate de crizofite. Studiul crizofitelor actuale a evidențiat linii evolutive.

Se consideră că din crisoficeele rizopodiale și plasmodiale străvechi ar fi putut deriva mixomicetele și alte ciuperci inferioare (Scagel și colab., 1984).

Caracterele de asemănare ale crisoficeelor cu celelalte, permit considerarea lor ca un grup vechi care s-a desprins din trunchiul comun al cromofitelor.

4.2.2. Clasa Synurophyceae

În clasa **Synurophyceae** (**2O**) sunt alge asemănătoare algelor **Chrysophyceae**, de care se deosebesc prin câteva caracteristici. Algele **Synurophyceae** au clorofile a și c₁ (Andersen și Mulkey 1983, citați de Lee, 2008), iar cei doi flageli sunt inserați anterior și sunt situați în celulă aproximativ paralel unul față de celălalt. În celulă, există un fotoreceptor lângă baza fiecărui flagel, iar vacuola contractilă este în partea posterioară a celulei (Lavau et al., 1997; Andersen și colab., 1999; citați de Lee, 2008). Reticulul endoplasmic al cloroplastului este prezent în câteva specii, dar este absent în majoritatea. În mod obișnuit, celulele sunt acoperite de solzi de natură silicioasă, care au simetrie bilaterală (Lee, 2008).

Ca ordin reprezentativ al clasei **Synurophyceae** menționăm **Synurales** (**21O**) care cuprinde genuri cu organisme flagelate unicelulare, precum *Mallomonas* (gr. mallos = cu smoc; monas = monadă) (**211O**) și coloniale precum *Synura* (**212O**). La acestea, celula este acoperită de scvame organice sau minerale care învelesc periplastul în întregime.

Caracterele morfologice ale scvamelor diferă, în funcție de grupul taxonomic. Scvamele de siliciu apar exclusiv la formele unicelulare și coloniale și formează adevărate

armuri silicioase externe. În general, scvamele sunt imbricate și sunt deseori pleomorfe, chiar la același individ. Formarea scvamelor este legată intim de activitatea unor organite celulare precum aparatul Golgi și reticulul endoplasmic. Caracterile morfologice (forma, mărimea etc.) ale scvamelor și modul de așezare au importanță taxonomică.

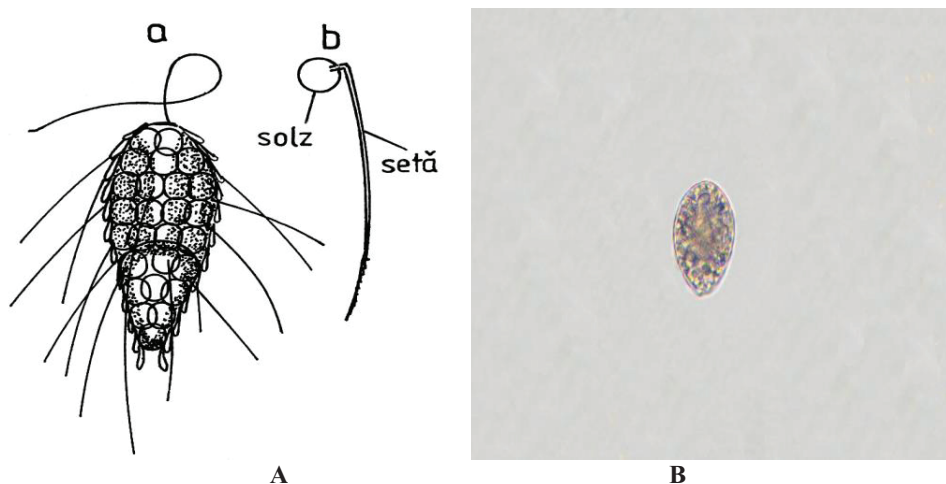


Fig. 24. Celulă de *Mallomonas*: A. cu scvame: a. aspect extern; b. solz cu setă; B. fără scvame (imagine la microscop optic).

La *Synura*, scvamele apicale sunt prevăzute cu țepi rigizi, iar cele posterioare sunt simple. La *Mallomonas*, scvamele situate în jurul flagelului diferă ca formă de cele posterioare (Fig. 24). La unele genuri, scvamele sunt prevăzute cu sete silicioase tubulare. La *Mallomonas*, setele sunt articulate în adânciturile specializate ale scvamelor. Fiecare scvamă prezintă o singură setă mobilă (Ionescu și Péterfi, 1981).

4.2.3. Clasa Xanthophyceae

În clasa **Xanthophyceae** (gr. xanthos = galben; phyceae = sufix pentru clasă) sunt cuprinse alge galbene-verzui, care sunt cunoscute și sub denumirea de **Heterokontae** (gr. heteros = diferit; kontos = prelungire). Algele **Xanthophyceae (30)** sunt specii terestre și de apă dulce, cu câțiva reprezentanți marini (Lee, 2008).

4.2.3.1. Morfologia talului

Algele galbene-verzui prezintă diversitate morfologică mare. La aceste alge, se întâlnesc următoarele tipuri de tal: monadal, rizopodial (amoeboidal), plasmodial, cocal, capsal, sifonal și filamentos (trihal) (Scagel și colab., 1984).

În general, algele galbene-verzui sunt unicelulare și imobile. Puține specii de xantofite prezintă mobilitate, în stadiul vegetativ. Acestea se deplasează cu ajutorul

flagelilor, prin mișcări amoeboidale sau o combinație a acestora. Cele mai simple xantofite sunt flagelate fără perete celular. De aceea, celulele mobile sunt zoospori sau gameți, de obicei cu doi flageli inegali, inserați anterior. Un flagel este scurt, iar cel lung este direcționat anterior și este cu peri (plumos) (Fig. 25).

4.2.3.2. Structură celulară

Celulele algelor galbene-verzui prezintă asemănări cu ale altor celule algale eucariote. Peretele celular este format din celuloză și substanțe pectice. În cazul multor specii, peretele celular este impregnat cu siliciu. La unele alge (*Botrydium granulatum*), pereții celulari sunt acoperiți cu un strat amorf calcaros produs prin excreția protoplasmei.

Citoplasma conține una sau mai multe cloroplaste de formă discoidală. Cloroplastele sunt verzi sau galbene-verzui și sunt situate periferic, în citoplasmă. Pigmenții asimilatori caracteristici xantoficeelor sunt reprezentați de **clorofila a** și **clorofila c**, **β-caroten** și **xantofile** precum diadinoxantină, diatoxantină, heteroxantină și vaucherixantină (Sitte și colab., 1998). În unele cazuri, pigmenții carotenoizi maschează clorofilele (Péterfi, 1995). Cloroplastele sunt acoperite de două membrane, peste care se află așezate două membrane ale reticulului endoplasmic al cloroplastului. Membrana externă a reticulului endoplasmic al cloroplastului se continuă cu membrana externă a nucleului (Lee, 2008).

Cloroplastele sunt alcătuite din benzi de trei tilacoizi asociați, dar care sunt nefuzionați. Pirenoizii pot fi prezenți sau pot lipsi. Când sunt prezenți în cloroplast, pirenoizii sunt traversați întotdeauna de tilacoizi. Când se găsesc în citoplasmă, pirenoizii sunt asociați cu produsul fotosintetic de depozitare. (Scagel și colab., 1984). În celulele mobile, stigma este în cloroplast (Lee, 2008).

În general, când sunt tinere, celulele sunt uninucleate, deși la maturitate, pot deveni plurinucleate (Scagel și colab., 1984).

Reticulul endoplasmic este continuu de la membrana nucleară externă la cloroplast. Acest sistem apare și la alte alge, precum **Chrysophyceae** și **Phaeophyceae** (Scagel și colab., 1984).

4.2.3.3. Nutriție

Xantoficeele cuprind specii autotrofe și specii heterotrofe. Speciile autotrofe sunt fotosintetice și sintetizează ca produs de rezervă **crizolaminarina** care este depozitat totdeauna înafara cloroplastului. Unele xantofite sunt parazite pe alte plante. Așa sunt algele **Phyllosiphonaceae** din ordinul **Botrydiales** (Péterfi și Ionescu, 1979).

4.2.3.4. Înmulțire

Algele galbene-verzui prezintă diferite tipuri de înmulțire: vegetativă, asexuată și sexuată.

Înmulțirea vegetativă se realizează prin fragmentarea celulei la algele unicelulare și prin fragmentarea talului la cele pluricelulare.

Înmulțirea asexuată se realizează prin formarea de spori asexuați (zoospori, aplanospori) specializați. Sporii asexuați se formează câte unul sau mai mulți într-o celulă. În general, zoosporii au simetrie bilaterală și conțin câte două cloroplaste, în poziție dorsoventrală. Lângă baza flagelului scurt, există o umflătură asociată cu stigma. Unele specii formează statospori similari cu cei de la **Chrysophyceae**. La anumite specii, întreaga celulă, inclusiv peretele celular, este învelită de un perete gros și formează achinetul.

Înmulțirea sexuată se realizează prin **izogamie** și **oogamie** (Fig. 25). Înmulțirea sexuată nu este comună, la aceste alge. Algele galbene-verzii sunt **haplobionte**. Faza haploidă este predominantă, iar faza diploidă este redusă la zigot (Scagel și colab., 1984)

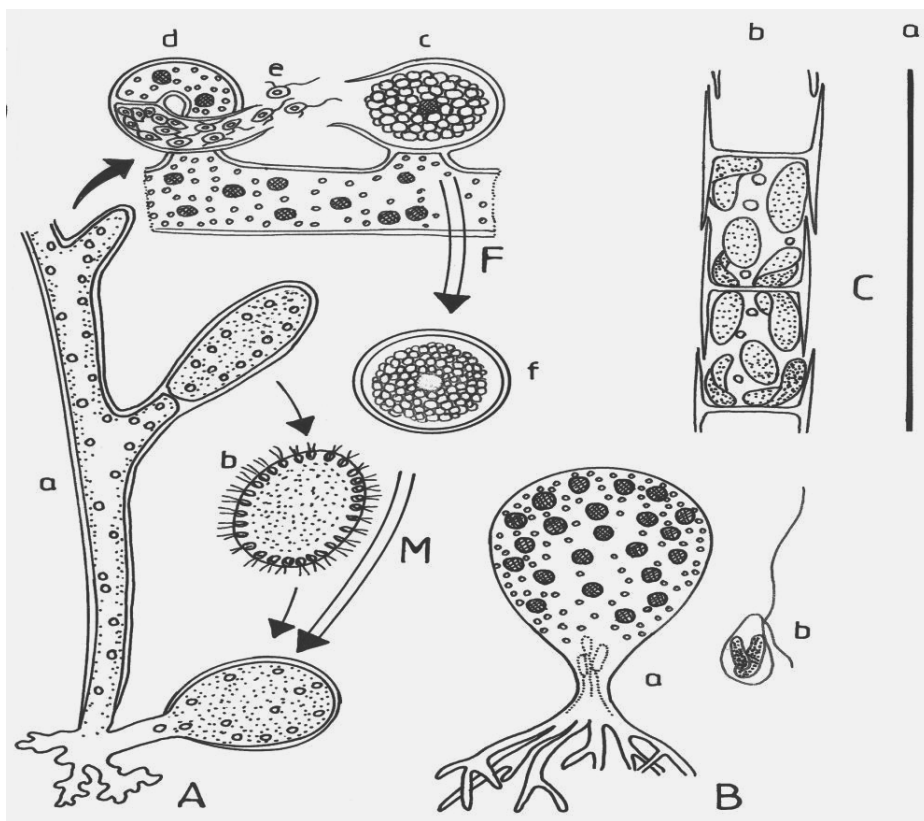


Fig. 25. Morfologia talului și înmulțirea la Xanthophyceae:

- A. tal sifonal de *Vaucheria*: a. sifonoplast; b. zoospor; c. oogon; d. anteridie; e. anterozoizi; f. oospor; B. tal de *Botrydium*: a. sifonoplast; b. zoospor; C. *Tribonema*: a. aspect macroscopic; b. aspect microscopic; M. diviziune meiotică (reducțională); F. fecundație (după Pop și colab., 1983).

4.2.3.5. Clasificare

Pe baza caracterelor (morfologice, fiziologice, biochimice etc.) pe care le prezintă, clasa **Xanthophyceae (3O)** cuprinde câteva ordine, precum **Botrydiales**, **Tribonematales**, **Vaucheriales**, **Rhizochloridales** etc.

Ordinul Rhizochloridales

În ordinul **Rhizochloridales (31O)** sunt alge unicelulare și alge plasmodiale. Algele unicelulare sunt mobile, nude (fără perete celular) și uninucleate. Genuri caracteristice sunt *Rhizochloris* și *Myxochloris*.

La *Rhizochloris (311O)*, talul este unicelular și conține cloroplaste (2-10) discoidale, galbene-verzui (Péterfi și Ionescu, 1979).

La *Myxochloris (312O)*, talul este plasmodial. Specia tip a genului este *Myxochloris sphagnicola (3121O)*, care se găsește în ape dulci și în celule acvifere de *Sphagnum* (Péterfi și Ionescu, 1979).

Ordinul Tribonematales

În ordinul **Tribonematales (32O)** sunt alge filamentoză și neramificate. Cel mai caracteristic gen este *Tribonema (321O)*, care cuprinde alge care au filamentele izolate sau grupate în fascicule. Inițial, algele sunt fixate pe substrat, iar după moartea celei bazale devin libere (Péterfi și Ionescu, 1979).

Celulele talului sunt cilindrice sau în formă de butoiș și au îngroșări caracteristice, de forma literei H, pe pereții celulari. Cloroplastele sunt în formă de jgheab sau panglică, iar nucleul este unic (Fig. 25).

În celulele vegetative se formează unul sau doi zoospori piriformi cu flagelație tipică algelor galbene-verzui. Zoosporii înoată și apoi se fixează pe substrat și formează o celulă bazală alungită. Reproducerea sexuală se realizează prin izogamie. Zigotul reprezintă un stadiu dormant, iar meioza apare în timpul germinării lui (Scagel și colab., 1984).

Speciile de *Tribonema* se întâlnesc în ape dulcicole reci (aprox. 12 °C), de obicei primăvara, ca mase plutitoare (Péterfi și Ionescu, 1979). Specia tip a genului este *Tribonema bombycinum (3211O)*, care se găsește în ape dulci.

Ordinul Botrydiales

În ordinul **Botrydiales (33O)**, sunt alge cu tal sifonal (cenoblast, cenocit), de formă diferită, plurinucleat și fixat pe substrat.

La *Botrydium (331O)*, talul se prezintă sub formă de vezicule fixate de sol cu rizoizi. *Botrydium granulatum (3311O)* prezintă o parte supraterană și o parte subterană (Fig. 25). Partea supraterană (superioară) a talului este în formă de vezică piriformă, cu numeroase cloroplaste, iar partea subterană este hialină, este bogat ramificată și are rol în fixare pe sol. Înmulțirea asexuală se realizează prin **zoospori**, iar cea sexuală prin **izogamie**. Această specie se întâlnește pe sol umed, în jurul lacurilor cu apă dulce.

Ordinul Vaucheriales

În ordinul **Vaucheriales** (340) sunt alge cu tal sifonal. Genul reprezentativ al acestui ordin este *Vaucheria* (3410), la care talul este un **sifonoplast** sub formă de filamente ramificate, plurinucleat și cu numeroase cloroplaste. Înmulțirea asexuată se realizează prin **zoospori**, iar cea sexuată prin **oogamie** (Fig. 25 și 26).

Speciile de *Vaucheria* formează zoospori mari, pluriflagelați și plurinucleați, la capătul unor ramificații ale talului. Zoosporii se separă de restul talului, printr-un perete transversal. Fiecare nucleu al zoosporului este asociat cu o pereche de flageli inegali. După separare, de talul pe care s-a format, zoosporul înoată liber câteva ore, după care se fixează pe substrat și formează un nou sifonoplast (cenoblast, cenocit). Talul sifonal format este mai îngust decât zoosporul și se recunoaște ușor originea algei noi (Scagel și colab., 1984).



Fig. 26. *Vaucheria sessilis*: a. anteridie; o. oogon; z. zoospor (imagine la microscop optic).

Ramificațiile laterale ale talului formează la vârful lor anteridii și oogoaane. Anteridiile sunt separate de filamentul principal printr-un perete transversal și conțin mai mulți nucleu și un număr redus de cloroplaste discoidale.

La maturitate, anteridia are forma unui cârlig. Aceasta formează numeroși anterozoizi mici, uninucleați, cu doi flageli inegali care sunt eliberați în mediul extern, printr-un orificiu apical.

Oogoaanele au formă de sac și sunt situate foarte aproape de anteridii. Protoplasma acestora este incoloră și conține un număr mare de nucleu. Când ajung la maturitate, oogoaanele se separă de filamentul principal printr-un perete transversal și au un singur nucleu, deoarece ceilalți degenerază. La vârful oogonului se formează un por prin care vor pătrunde anterozoizii. Dintre aceștia numai unul va fuziona cu oosfera. Zigotul format va secreta la suprafața sa un înveliș gros și stratificat (Péterfi și Ionescu, 1979).

Zigotul germinază, în condiții favorabile de mediu (lumină, temperatură, umiditate). Se consideră că meioza se produce în timpul germinării zigotului, iar din cei patru nucleu (n) supraviețuiește numai unul singur (Scagel și colab., 1984).

Speciile de *Vaucheria* se găsesc pe sol umed, pe pământul ghivecelor cu flori din seră, pe marginile uscate ale lacurilor cu apă dulce. O specie tericolă comună este *Vaucheria sessilis* (**3411O**) (Fig. 25 și 26). Unele specii de *Vaucheria* colonizează mlaștinile (Pârvu, 2003).

4.2.3.6. Mediul de viață

Aceste alge se întâlnesc predominant în ape dulci, în ape marine, în sol și pe scoarța copacilor. Majoritatea speciilor sunt imobile și de dimensiuni mici (Scagel și colab., 1984).

4.2.3.7. Origine și evoluție

Algele galbene-verzui nu se cunosc în stare fosilă. Xantofitele prezintă caractere de asemănare cu celelalte cromofite, precum crizoficeele, dinoficeele și feoficeele. Aceste caractere se referă la clorofila c, xantofile și produsul de depozitare denumit crizolaminarină.

Caracterele comune cu celelalte protiste/cromiste permit considerarea xantofitelor ca un grup vechi, desprins din trunchiul comun al cromofitelor, care a urmat o linie evolutivă distinctă și închisă.

4.2.4. Clasa Phaeophyceae

În clasa **Phaeophyceae** (gr. phaios = brun închis; phyceae = sufix pentru clasă) sunt cuprinse algele brune. Acestea mai sunt cunoscute în literatură și sub denumirea de **Melanophyta** (gr. melanos = negru; phyton = plantă). Până în prezent, s-au descris 2035 de specii (**4O**) de feofite (Raven și colab., 1992). Majoritatea speciilor sunt marine și numai 4 genuri au specii de apă dulce (Lee, 2008).

4.2.4.1. Morfologia și structura talului

Feofitele sunt în totalitate pluricelulare și prezintă o mare diversitate morfologică și histologică. Talul lor are dimensiuni diferite, de la dimensiuni microscopice până la zeci de metri lungime.

Cele mai evoluate feofite (**Laminariales**, **Fucales**) prezintă o diferențiere morfologică evidentă a talului (2n) în rizoid, cauloid și filoid, cu rol în fixare, susținere și respectiv asimilație (Fig. 27). Anumite alge brune prezintă pe traiectul talului (2n) **aerociști** (vezicule cu aer), cu rol de flotori (plutitori), pentru ușurarea menținerii în apă. Aerociștii conțin un amestec de gaze ce include azot, oxigen și dioxid de carbon și/sau monoxid de carbon (Scagel și colab., 1984).

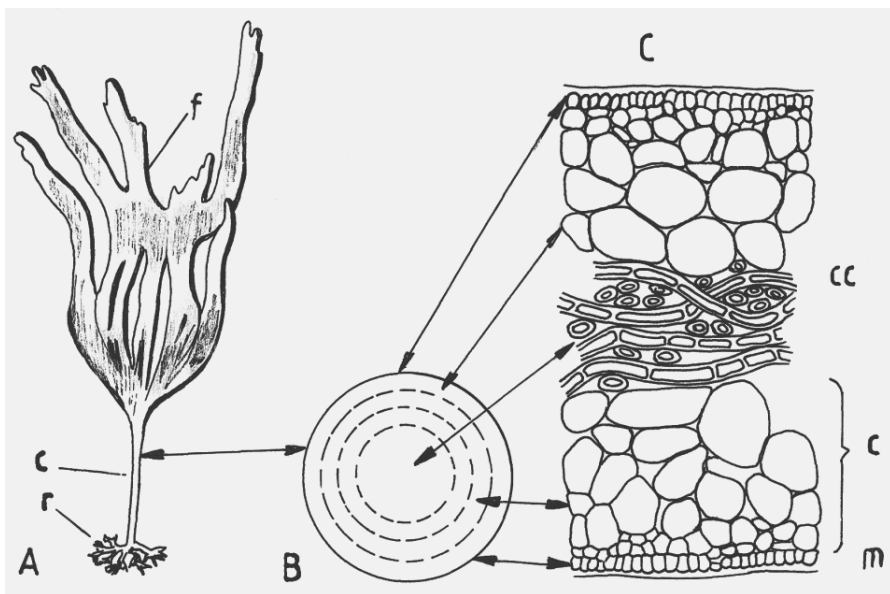


Fig. 27. Morfologia și structura talului la Laminariales:

A. morfologia talului la *Laminaria hyperborea*: r. rizoid; c. cauloid; f. filoid; B. inele anuale de creștere în cauloid secționat; C. structura talului: m. meristoderm; c. cortex; cc. celule centrale (medulare).

La unele alge brune, terminațiile filoidului formează **receptacule** în care se diferențiază **conceptacule** cu anteridii și/sau oogoane.

Diversitatea dimensiunilor la algele brune este rezultatul tipurilor de creștere prezente la acestea. Creșterea talului are loc prin țesuturi meristemice dispuse intercalat, subterminal sau terminal (apical). Formele parenchimatice au plasmodesme sau pori între celule.

Cele mai evoluate alge brune (**Laminariales** și **Fucales**) prezintă o diferențiere structurală (anatomică) a sporofitului în **meristoderm** (epidermă), **cortex** și **medulă**, la interior (Fig. 27, 28 și 29).

În cortex pot apărea canale mucilaginoase cu celule secretoare adiacente. De asemenea, în cortex există și țesuturi asimilatoare. La aceste feofite, celulele (secretoare,

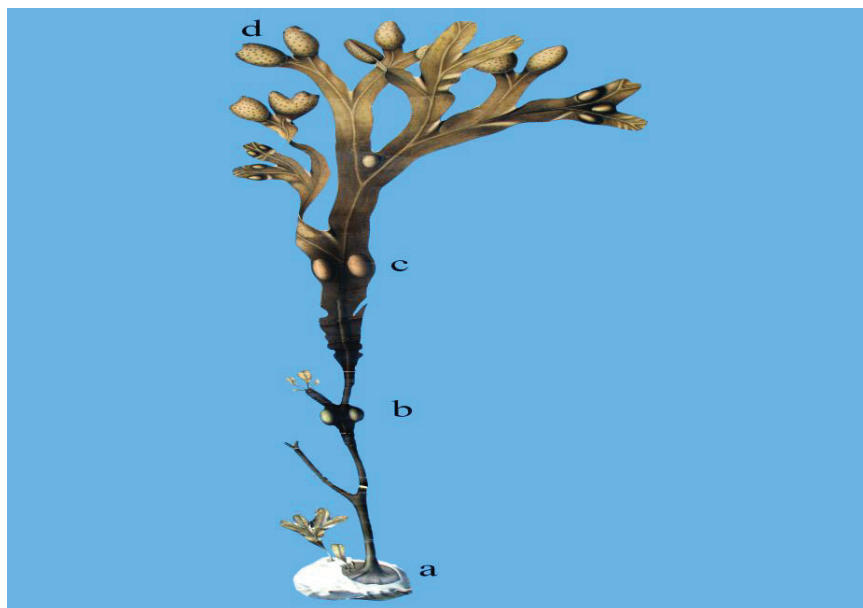


Fig. 28. Morfologia talului la *Fucus vesiculosus*: a. rizoid (disciform); b. cauloid cilindric; c. filoid cu aerociști; d. receptacul cu conceptacule.

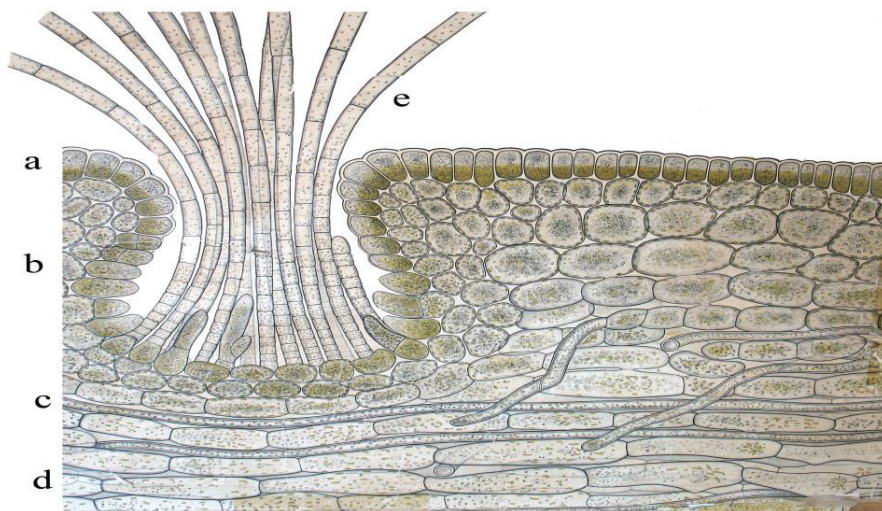


Fig. 29. Structura talului la *Fucus vesiculosus*: meristoderm (a), celule asimilatoare (b) și celule secretoare (c) din cortex; celule medulare (d); peri(e).

asimilatoare) cortexului prezintă plasmodesme care asigură schimburile intercelulare de substanță (Scagel și colab., 1984).

În medulă se găsesc celule conducătoare asemănătoare cu celulele floemice ale plantelor vasculare. Deplasarea produșilor fotosintetici care se formează în filoid se realizează prin celulele din medulă până în regiunile bazale ale sporofitului (Scagel și colab., 1984).

4.2.4.2. Structură celulară

Celulele algelor brune au structură tipică eucariotă. Celulele vegetative ale feofitelor nu prezintă flageli. La suprafață, celulele prezintă un perete celular bine dezvoltat, format din celuloză și substanțe pectice. În pereții celulari și în spațiul intercelular există polizaharide (carboxilate sau sulfatate) denumite **ficocoloizi**, precum **acidul alginic** și **fucoidina**. Acidul alginic poate reprezenta 10 – 40% din greutatea uscată a feofitelor (Scagel și colab., 1984). Fucoidina conferă talului caracter mucilaginos (Péterfi și Ionescu, 1977).

De asemenea, în peretele celular al algelor brune sunt prezente și cantități mici de D – xiloză, galactoză și acid glucuronic. Calcifierea peretelui celular se întâlnește numai la genul *Padina*. Anumite alge brune prezintă în peretele celular cantități mici de siliciu (Scagel și colab., 1984). În general, celulele mobile ale feoficeelor sunt zoospori sau gameți. Aceste celule mobile au un flagel anterior cu peri și un flagel posterior mai scurt și neted (Lee, 2008). Algele **Fucales** sunt o excepție, pentru că au flagelul posterior al spermatozoidului mai lung decât flagelul anterior (Lee, 2008).

În citoplasma celulară se găsesc cloroplaste, reticul endoplasmatic, mitocondrii, nucleu etc.

În general, celulele feofitelor conțin numeroase cloroplaste, variate ca formă și mărime, dispuse periferic. Cloroplastele sunt acoperite de două membrane, peste care se suprapun două membrane ale reticulului endoplasmic al cloroplastului (Lee, 2008). Cloroplastul este înconjurat de reticulul endoplasmic care se continuă cu membrana nucleară. În cloroplast se găsesc lamele fotosintetice înconjurate de stromă. Lamelele fotosintetice sunt alcătuite din câte trei tilacoizi asociați, dar nefuzionați, care formează benzi paralele de-a lungul cloroplastului. La periferia stromei, există o bandă periferică care încercuiește benzile paralele. De asemenea, în cloroplast există numeroase molecule de ADN.

În tilacoizi se găsesc pigmenții caracteristici algelor brune: **clorofilă a** și **clorofilă c₁ și c₂**, **β-caroten** și **xantofile** precum diadinoxantină, diatoxantină, fucoxantină și zeaxantină. Pigmenții clorofilieni sunt mascați de β-caroten și xantofile care sunt dominanți. Fucoxantina determină culoarea brună a feofitelor. În funcție de proporția dintre pigmenți și cantitatea acestora din celule, algele brune au culoare diferită, de la galben-bruniu până la brun-auriu și negru. În citoplasma multor feoficee se găsesc taninuri caracteristice formate de către aparatul Golgi (Lee, 2008).

Pirenoizii nu sunt prezenți totdeauna în celulele feofitelor. Când sunt prezenți, ei sunt așezați periferic în cloroplast și nu sunt străbătuți de tilacoizi (Scagel și colab., 1984).

În general, celulele algelor brune sunt uninucleate; în anumite regiuni ale talului, celulele pot fi plurinucleate. Nucleul prezintă o membrană nucleară bine dezvoltată și

conține unul sau mai mulți nucleoli. Cromatina interfazică este granulară, iar cromozomii conțin ADN și histone, precum cei de la plantele superioare. De obicei, cromozomii sunt mici și sunt asemănători din punct de vedere morfologic. La unele **Laminariales**, s-au identificat în celule cromozomi sexuali (X și Y). Cromozomul X apare în gametofitul femeiesc, iar cromozomul Y în gametofitul bărbătesc (Scagel și colab., 1984).

De regulă, la algele brune, numărul de cromozomi diferă în funcție de grupul taxonomic. Astfel, numărul de cromozomi din celulele haploide (n) poate fi 8 (la *Ectocarpus siliculosus*), 24 (la *Cutleria multifida*), 27 – 31 (la *Laminaria saccharina*), 32 (la *Fucus vesiculosus* și *Fucus serratus*) etc. (Péterfi și Ionescu, 1977).

Celulele multor feofite conțin cantități mari de iod. În talul de *Laminaria* s-a identificat până la 0,3% iodură de potasiu raportată la substanța uscată. De asemenea, în algele brune, s-au semnalat cu certitudine până în prezent vitaminele B₂, B₁₂ și PP (Péterfi și Ionescu, 1977).

La anumite alge brune au fost identificați **hormoni sexuali** care sunt **hidrocarburi nesaturate** și care au rol în atracția gameților (Scagel și colab., 1984), precum: **ectocarpen** la *Ectocarpus* (Müller și colab., 1971); **multifiden** la *Cutleria multifida* (Jaenicke și colab., 1974), **dictyopteren C'** la *Dictyota dichotoma* (Müller și colab., 1981); **lamoxiren** la *Laminaria* (Müller și colab., 1985); și **fucoseraten** la *Fucus serratus* și *F. vesiculosus* (Müller și Jaenicke, 1973, citați de Lee, 2008).

4.2.4.3. Nutriție

Algele brune prezintă nutriție fotoautotrofă. Principalul produs al fotosintezei este **laminarina** (Lee, 2008). Aceasta este depozitată în citoplasmă, înafara cloroplastului și adiacent de pirenoid, când acesta este prezent.

Algele brune mai conțin în celule **steroli**, precum **fucosterol** și **sargasterol**. Alți produși de asimilație caracteristici sunt **D-manitol** și **globule lipidice**. Picăturile de ulei sunt produși de rezervă, în țesuturile asimilatoare și în sporociștii tineri.

În jurul nucleului, există vezicule numeroase denumite vezicule de **fucosan**. Aceste vezicule sunt mai abundente în celulele aflate în diviziune, care au activitate metabolică ridicată. **Fucosanul** este o substanță taninică caracteristică algelor brune și este denumită **tanin feoficeu**.

4.2.4.4. Înmulțire

La algele brune, se întâlnesc diferite tipuri de înmulțire: vegetativă, asexuată și sexuată.

Înmulțirea vegetativă se realizează prin fragmentarea talului și prin **propagule**. Propagulele (bulbilii) sunt formațiuni pluricelulare specializate care se desprind de talul algei și generează un nou individ (Péterfi și Ionescu, 1977).

Înmulțirea asexuată se realizează prin spori specializați mobili (zoospori) și imobili (aplanospori). Celulele reproducătoare – gameții, zoosporii și aplanosporii – au protoplasții acoperiți de periplast. Aceste celule reprezintă singurul stadiu mobil din dezvoltarea ontogenetică a algelor brune.

Celulele mobile (zoosporii și gameții) ale algelor brune sunt biflagelate, reniforme sau piriforme, iar cei doi flageli au lungimi inegale și inserție laterală. Flagelul anterior este pleuronematic, iar cel posterior este acronematic. Adesea, aceste celule au stigmă.

La algele brune **Fucales**, flagelul anterior al anterozoidului este mai scurt decât cel posterior. În apropierea punctului de inserție a flagelilor, se găsește stigma (Péterfi și Ionescu, 1977).

Înmulțirea sexuată la algele brune se realizează prin izogamie, anizogamie și respectiv oogamie, la cele mai evolute (Scagel și colab., 1984; Lee, 2008).

4.2.4.5. Dezvoltare ontogenetică

Cu excepția algelor **Fucales**, celelalte feofite prezintă un ciclu de dezvoltare haplodiplofazic cu două generații (gametofitul și sporofitul) izomorfe sau heteromorfe. Generația gametofitică poate fi monoică sau dioică (heterotalică), când este reprezentată printr-un gametofit bărbătesc și unul femeiesc (Pârvu, 2003).

Înmulțirea algelor brune este diversificată și se distinge mai multe tipuri caracteristice: *Ectocarpus*, *Cutleria*, *Dictyota*, *Laminaria* și *Fucus*.

La *Ectocarpus*, reproducerea asexuată se realizează prin **zoospori**, iar înmulțirea sexuată prin **izogamie** (Fig. 30). Ciclul de dezvoltare este haplodiplofazic, cu generații (gametofit și sporofit) izomorfe și gametofit heterotalic.

Zoosporii se formează în zoosporange care este unilocular. Prin germinarea zoosporilor (n) se formează gametofitul bărbătesc și gametofitul femeiesc. Pe gametofiți se diferențiază gametangii pluriloculare în care se formează izogameți. După ce este eliberat din gametangiu, gametul femeiesc se așează pe substrat, își retrage flagelii și secretă **ectocarpen** care atrage gameții bărbătești.

După fecundație (F), se formează zigotul (2n) care se divide imediat și produce generația sporofitică (2n). Sporofitul formează sporangi pluriloculari care produc mitospori diploizi (2n) capabili de a genera alți sporofiți pe cale asexuată. De asemenea, sporofitul formează sporangi uniloculari în care se diferențiază zoospori (meiospori) prin diviziune meiotică. Zoosporii (n) sunt diferențiați sexual și dau naștere gametofitului (bărbătesc și femeiesc) dioic (Pârvu, 2003).

La *Cutleria*, înmulțirea asexuată se realizează prin **zoospori**, iar înmulțirea sexuată prin **anizogamie**. Ciclul de dezvoltare este haplodiplofazic, cu gametofit dominant și dioic și sporofit redus (Fig. 31). La *Cutleria multifida*, pe gametofitul bărbătesc se formează microgameți, iar pe gametofitul femeiesc macrogameți uniflagelați. Gametangiile în care se formează gameții sunt pluriloculare. Gameții femeiești produc **multifiden** și atrag gameții bărbătești. După fecundație, se formează zigotul (2n) care prin diviziuni mitotice produce sporofitul. Pe sporofit se formează meiosporangi în care iau naștere zoospori (n) cu potențe sexuale diferite. Zoosporii se fixează pe substrat și prin diviziuni mitotice succesive formează gametofitul bărbătesc și gametofitul femeiesc.

Datorită habitusului complet diferit de al gametofitului, sporofitul a fost considerat o specie distinctă denumită *Aglaozonia parvula* (Péterfi și Ionescu, 1977).

La *Dictyota*, înmulțirea asexuată se realizează prin **aplanospori**, iar înmulțirea sexuată prin **oogamie**. Ciclul de dezvoltare ontogenetică este asemănător cu cel de la

G♂. gametofit bărbătesc; G♀. gametofit femeiesc; g. gameti; a. zigot; S. sporofit; b și d. meiospore; c. mitospore; e. gametofit femeiesc tânăr; f. gametofit bărbătesc tânăr; F. fecundație; R!. diviziune reduțională (meiotică).

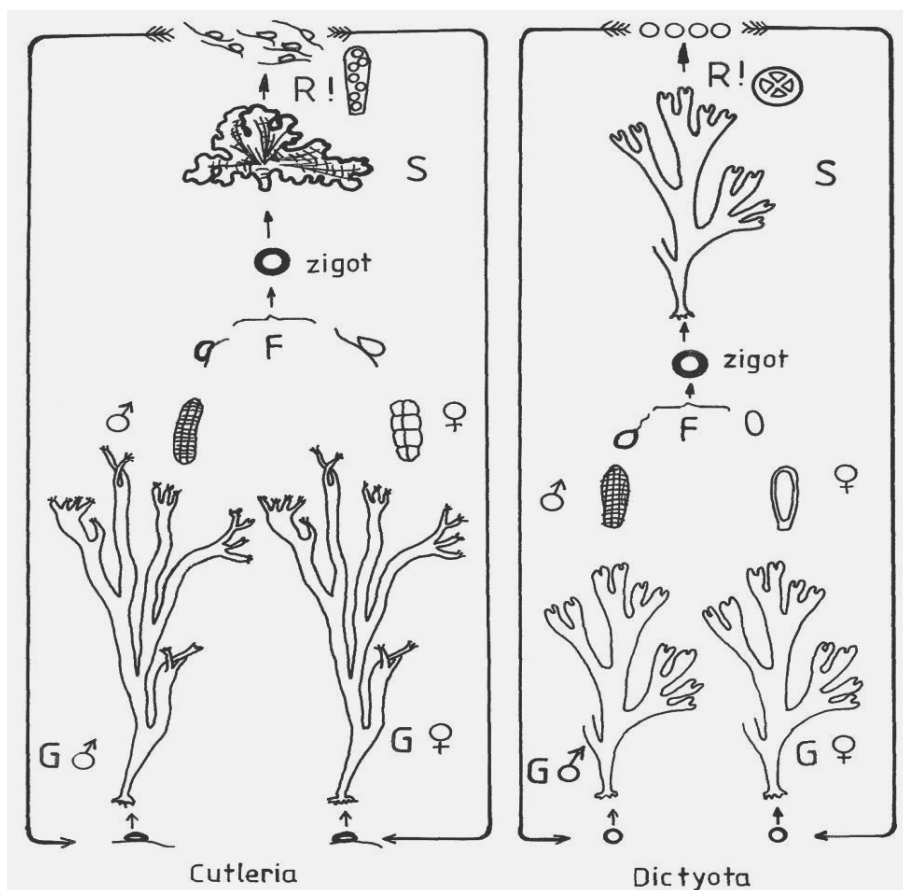


Fig. 31. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Cutleria* și *Dictyota*:

G♀. gametofit femeiesc; G♂. gametofit bărbătesc; S. sporofit; F. fecundație; R!. diviziune reducțională (meiotică).

La feofitele (*Laminaria saccharina*, *L. digitata*, *L. cloustonii*, *Nereocystis* spp. etc.) **Laminariales**, înmulțirea asexuată se realizează prin **zoospori**, iar înmulțirea sexuată prin **oogamie** (Fig. 32).

Ciclul de dezvoltare ontogenetică este haplodiplofazic, cu generații (gametofit și sporofit) heteromorfe. Sporofitul este dominant, macroscopic, iar gametofitul este microscopic și dioic (heterotalic).

Zoosporii sunt piriformi, biflagelați, cu flageli heteromorfi. Pe filoidul sporofitului, în celulele corticale, se formează sporangi uniloculari în care iau naștere zoospori cu potențe sexuale diferite. Prin diviziunea zoosporilor se formează gametofitul microscopic, filamentos, cu dimorfism sexual. Gametofitul bărbătesc este ramificat și este

format din celule mici. Gametofitul femeiesc este mai mic decât cel bărbătesc și este format dintr-o singură celulă sau câteva celule. Gameții (anterozoidul și oosfera) se formează numai câte unul într-o celulă a gametofitului. După fecundație, se formează zigotul care se divide mitotic și dă naștere sporofitului.

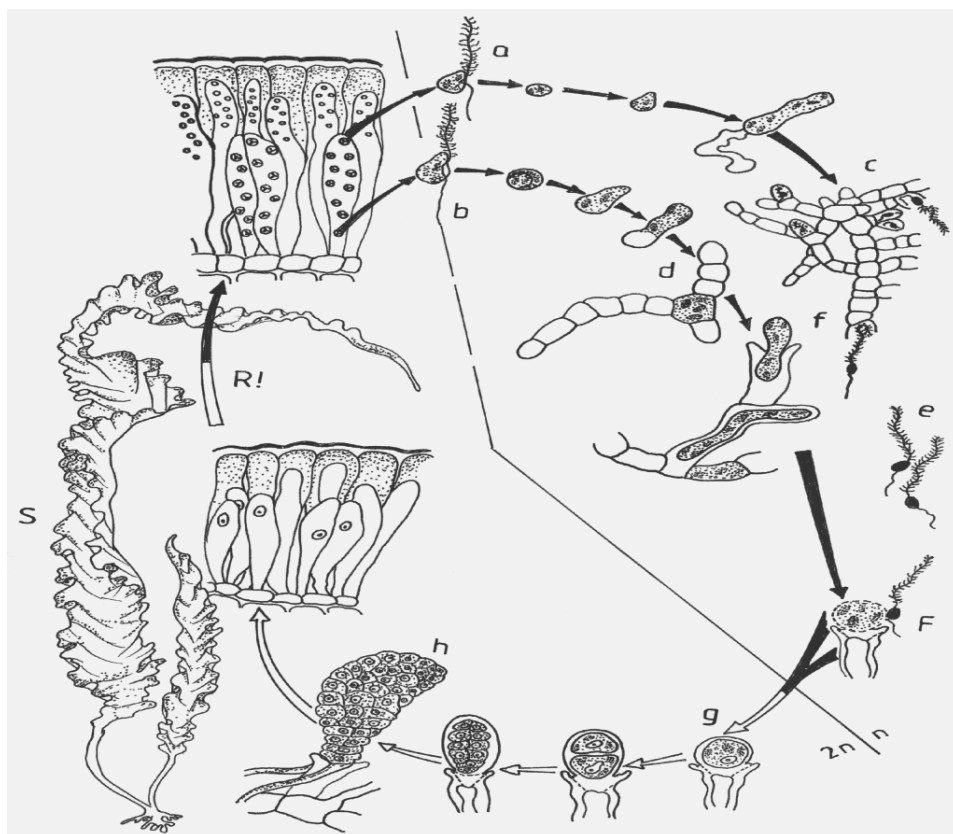


Fig. 32. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Laminaria*:

a și b. zoospori; c. gametofit bărbătesc; d. gametofit femeiesc; e. anterozoid; f. oosferă; g. zigot; h. sporofit tânăr; F. fecundație; S. sporofit; R!. diviziune reduțională (meiotică) (după Raven și colab., 1992).

La *Fucus* (Fig. 33), există numai înmulțire sexuată, care se realizează prin **oogamie**. Ciclul de dezvoltare este monogenetic diplofazic, cu sporofit dominant și gametofit redus la gameți. Filoidul sporofitului este ramificat dicotomic și are terminal, pe ramificații, receptacule cu cavități denumite conceptacule. În conceptacul se găsesc anteridii și/sau oogoane, printre filamentele pluricelulare denumite **parafize**. La *Fucus*

vesiculosus și *Fucus serratus*, conceptaculele formează oogoane și anteridii (Raven și colab., 1992; Lee, 2008).

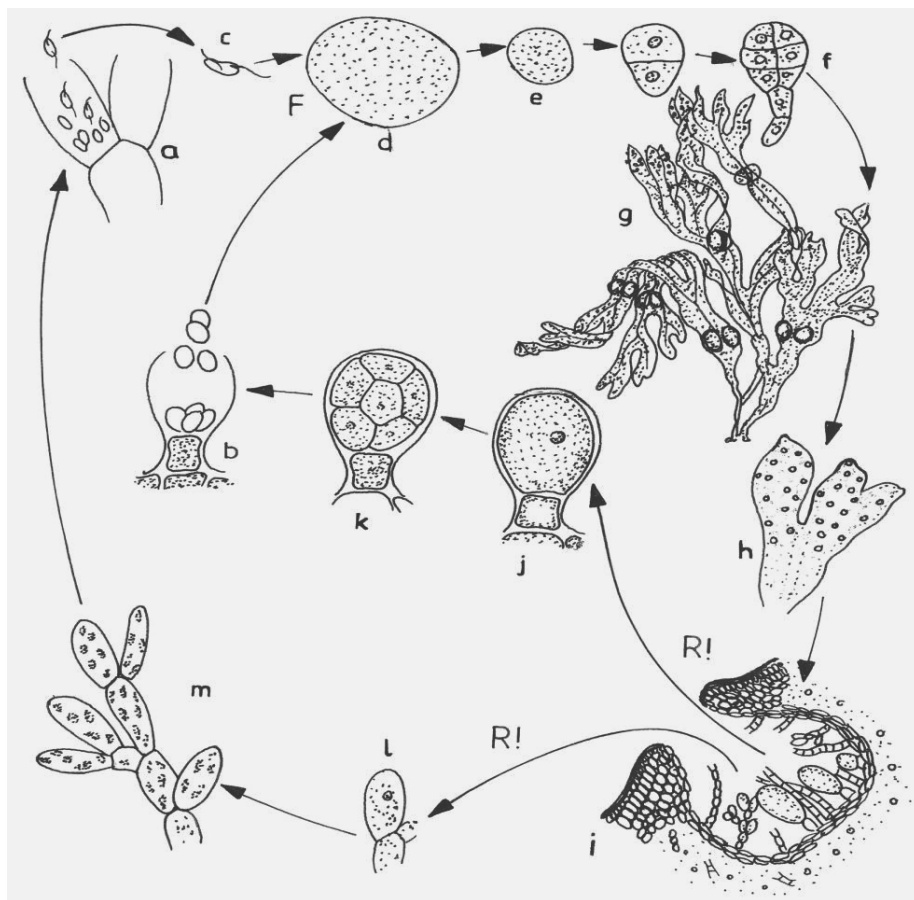


Fig. 33. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Fucus*:

a. anteridie; b. oogon cu oosfere; c. anterozoid; d. oosferă; e. zigot; f. sporofit tânăr; g. sporofit matur; h. receptacul cu conceptacule; i. conceptacul cu anteridii și oogoane; j și k. dezvoltarea oogonului; l și m. dezvoltarea anteridiei; F. fecundație; R!. diviziune reduțională (meiotică) (după Pop și colab., 1983).

Prin meioză, o anteridie produce 64 anterozoizi, iar în oogon se formează 8 oosfere (Scagel și colab., 1984). Oosferile (n) și anterozoizii (n) sunt eliberați prin ostiola conceptaculului în apă, unde are loc fecundația. Anterozoizii sunt atrași de oosferă prin intermediul **fucoseratenului**. Zigotul ($2n$) se scufundă pe fundul apei și apoi secretă un înveliș gelatinos care-l fixează pe substrat. Când se formează, zigotul este sferic, dar curând

prezintă o polaritate definită. Întotdeauna, rizoidul se dezvoltă spre substrat, iar apexul spre lumină (Scagel și colab., 1984).

Prin diviziuni mitotice succesive ale zigotului și diferențiere celulară se formează sporofitul care este macroscopic și diferențiat morfologic. Numărul de alge brune la care se cunoaște ciclul de dezvoltare ontogenetică reprezintă doar o mică parte din acest grup mare și heterogen (Scagel și colab., 1984).

Durata de viață a feofitelor este variabilă. Astfel, algele brune pot fi anuale sau perene. *Laminaria saccharina* (nume curent *Saccharina latissima*) poate trăi maximum 3 ani, *Fucus vesiculosus* peste 3 ani, iar *Cystoseira barbata* 18 – 20 de ani (Péterfi și Ionescu, 1977).

4.2.4.6. Clasificare

Pe baza caracterelor morfologice, fiziologice, biochimice și ale particularităților înmulțirii, algele brune sunt grupate într-o singură clasă – **Phaeophyceae (40)** – cu două subclase (**Phaeophycidae** și **Fucophycidae**). Aceste subclase corespund la două linii evolutive.

Subclasa Phaeophycidae

În această subclasă sunt cuprinse de alge brune, haplodiplobionte, cu generații izomorfe sau heteromorfe, precum **Ectocarpales**, **Cutleriales**, **Sphacelariales**, **Dictyotales**, **Laminariales** etc.

Ordinul Ectocarpales

În ordinul **Ectocarpales (410)** sunt grupate alge brune haplodiplobionte, cu două generații (gametofit și sporofit) izomorfe. Înmulțirea asexuată se realizează prin **zoospori**, iar înmulțirea sexuată prin **izogamie**.

De obicei, talul este filamentos, pluricelular, unistratificat, neramificat sau ramificat. Creșterea talului este intercalară (Péterfi și Ionescu, 1977).

La *Ectocarpus (4110)*, talul este filamentos, repent și erect (1,5 – 15 cm înălțime), unistratificat și dens ramificat. Celulele conțin un cloroplast în formă de panglică spiralată sau de formă stelată. Specia tip a genului este *Ectocarpus siliculosus (41110)*, care se găsește în ape marine (Fig. 30).

Ordinul Tilopteridales

În ordinul **Tilopteridales (420)** sunt alge brune haplodiplobionte, care au generații izomorfe sau heteromorfe. La acestea, creșterea talului este apicală.

La *Cutleria (4210)* ciclul biologic este haplodiplobiont cu generații heteromorfe. Gametofitul de *Cutleria* este dominant, iar sporofitul este mai mic și este crustiform, de tip *Aglaozonia* (Fig. 31).

Specia tip a genului este *Cutleria multifida (42110)*, care are gametofit dioic, lamelar, ramificat dicotomic, cu terminațiile filoidului fidate (Fig. 31). În secțiune,

gametofitul prezintă 3 - 4 straturi de celule mari medulare, încadrate de celule corticale. *Cutleria multifida* se găsește în ape marine (4211O).

Ordinul Sphacelariales

În ordinul **Sphacelariales** (43O) sunt alge brune haplodiplobionte, cu generații izomorfe. Talul este filamentos, este ramificat dicotomic și este alcătuit din celule centrale unistratificate, înconjurate de celule corticale pluristratificate. Creșterea talului se realizează printr-o celulă apicală. Înmulțirea asexuată se realizează prin **zoospori**, iar înmulțirea sexuată prin **gametogamie** (izogamie și mai rar prin oogamie). La aceste feofite, înmulțirea vegetativă este comună și se realizează prin **propagule**.

Un gen caracteristic din acest ordin este *Sphacelaria* (431O). Specia tip a genului este *Sphacelaria reticulata* (4311O), care se găsește în ape marine.

Ordinul Dictyotales

În ordinul **Dictyotales** (44O) sunt feoficee haplodiplobionte, cu generații (gametofit și sporofit) izomorfe și gametofit dioic. Talul are dimensiuni și forme (lamelar, foliaceu, evantai) diferite. Creșterea talului este apicală (Péterfi și Ionescu, 1977).

La *Dictyota* (441O), talul este lamelar, ramificat dicotomic și prezintă un rizoid disciform (Fig. 31). Creșterea talului se realizează printr-o celulă apicală biconvexă. În secțiune, talul prezintă un strat de celule mari, centrale, incolore și un strat de celule mici, corticale și asimilatoare. Specia tip a genului este *Dictyota dichotoma* (4411O), care se găsește în ape marine.

Genul *Padina* (442O) cuprinde numeroase specii (54 de specii în prezent), dintre care specia tip a genului este *Padina pavonica* (4421O), care se găsește în ape marine (Fig. 34).

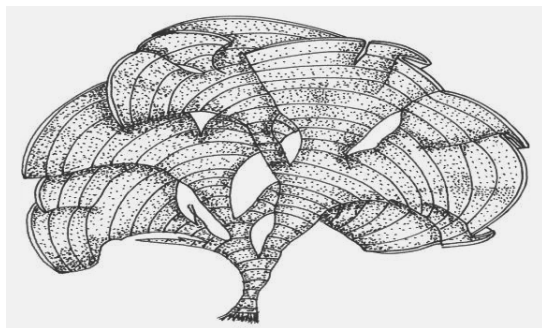


Fig. 34. Morfologia talului la *Padina pavonica*.

Ordinul Laminariales

În ordinul **Laminariales** (45O) sunt feofite parenchimatoase, haplodiplobionte, cu sporofit dominant și gametofit microscopic și dioic. Sporofitul este diferențiat morfologic

în **rizoid**, **cauloid** și **filoid**. Rizoidul are formă diferită și are rol în fixarea sporofitului pe substrat. Filoidul este lamelar și poate prezenta vezicule cu aer. Genuri caracteristice acestui ordin sunt *Laminaria*, *Macrocystis*, *Nereocystis*, *Saccharina* etc.

Genul *Laminaria* (4510) cuprinde numeroase specii marine (28 de specii în prezent), precum *Laminaria digitata* (45110) care este specie tip a genului și *Laminaria hyperborea* (syn. *Laminaria cloustonii*) (45120). Aceste specii de *Laminaria* au sporofitul macroscopic, cu rizoid, cauloid și filoid lamelar și divizat (Fig. 35).

Genul *Saccharina* (4520) cuprinde specii marine (22 în prezent), dintre care menționăm *Saccharina latissima* (45210), specie marină perenă care are sporofitul macroscopic, cu rizoid, cauloid cilindric și filoid lamelar și nedivizat (Fig. 35). Specia tip a genului este *Saccharina plana* (45220).

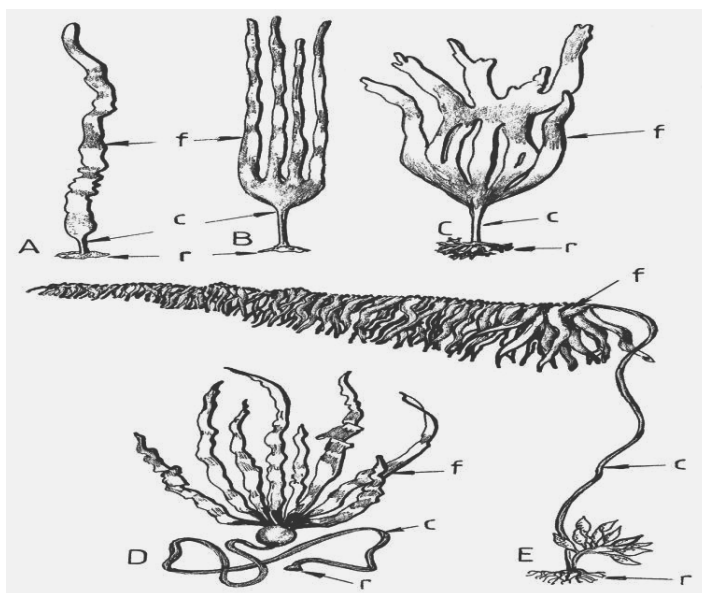


Fig. 35. Morfologia talului la Laminariales:

A. *Saccharina latissima*; B. *Laminaria digitata*; C. *Laminaria hyperborea*;
D. *Nereocystis luetkeana*; E. *Macrocystis pyrifera*: r. rizoid; c. cauloid; f. filoid.

În ordinul **Laminariales** se găsesc reprezentanții giganți ai lumii algelor. La unele specii (*Nereocystis luetkeana*, *Macrocystis pyrifera*), sporofitul ajunge la zeci de metri lungime. Genul *Macrocystis* (4530) are o singură specie - *Macrocystis pyrifera* (45310) – care este specie tip. Sporofitul de *Macrocystis pyrifera* (Fig. 35) este diferențiat în rizoid, cauloid ramificat dicotomic și filoid puternic divizat, care prezintă bazal vezicule cu aer

(aerociști). Exemplare ale acestei alge brune ajung la 45 m lungime și cresc în ape marine până la 6-20 m adâncime. Aceste alge formează un biotop foarte favorabil pentru înmulțirea crustaceilor și peștilor (Péterfi și Ionescu, 1977).

Genul *Nereocystis* (**4540**) cuprinde specia *Nereocystis luetkeana* (**45410**). La această algă brună (Fig. 35), sporofitul prezintă, la partea superioară a cauloidului, o vezică aeriferă sferică, de la care pornesc lamele filoidului.

Creșterea în lungime a sporofitului la algele **Laminariales** se realizează prin activitatea meristemului intercalar, situat între cauloid și filoid, iar creșterea în grosime prin activitatea meristodermului (Fig. 27).

Din punct de vedere anatomic, sporofitul prezintă, de la interior spre exterior, **medulă**, **cortex** și **meristoderm**. Medula este formată din celule spongioase cu rol conducător (Fig. 27).

Un aspect important al acestor feofite este faptul că unele specii sunt anuale, iar altele sunt perene. Speciile perene prezintă, în talul sporofitului, inele anuale de creștere formate prin activitatea ritmică a meristodermului (Fig. 27).

Subclasa Fucophycidae

În subclasa **Fucophycidae** (syn. **Cyclosporidae**) sunt cuprinse feofite monogenetice diplobionte, care au sporofitul dominant cu rizoid, cauloid și filoid, iar gametofitul este reprezentat de gameți. Anterozoizii se formează în anteridie, iar oosfera în oogon. Anteridia și oogonul se dezvoltă în conceptacule situate în receptaculul filoidului. Aceste alge brune sunt grupate într-un singur ordin.

Ordinul Fucales

În ordinul **Fucales** (**460**) sunt alge brune evaluate (552 de specii în prezent), parenchimatoase, care se înmulțesc sexuat prin **oogamie**. Câteva specii (*Sargassum fluitans* și *Sargassum natans*) se înmulțesc numai pe cale vegetativă, prin fragmentarea talului (Scagel și colab., 1984).

Majoritatea algelor brune **Fucales** au o singură celulă apicală de creștere. Celula apicală determină creșterea în lungime și ramificarea talului, în timp ce mărirea diametrului se datorează diviziunii continue a meristodermului (Fig. 29).

Receptaculele sunt situate terminal, în vârful ramificațiilor filoidului. Pe traiectul talului sporofitic, la *Fucus vesiculosus* există vezicule cu aer (Fig. 28 și 33).

Genul *Ascophyllum* (**4620**) cupinde o singură specie: *Ascophyllum nodosum* (**46210**), cunoscută sub sinonimia de *Ascophylla laevigata* (Fig. 36). La *A. nodosum*, sporofitul prezintă rizoid disciform, iar cauloidul și filoidul sunt cilindrici. Pe traiectul sporofitului există vezicule cu aer, eliptice sau ovoide, care depășesc în lățime ramificațiile talului. Receptaculele sunt situate pe ramurile laterale ale filoidului.

La *Sargassum* (**4630**) (Fig. 36), filoidul este bogat ramificat și heteromorf. Pe traiectul filoidului există vezicule aerifere sferice și receptacule pedicelate la baza unor ramificații foliacee. Specia tip a genului este *Sargassum bacciferum* (**46310**), care se găsește în ape marine.

Genul *Cystoseira* (4640) cuprinde 46 de specii, care au sporofitul format din rozoid, cauloid și filoidul cu vezicule aerifere (izolate sau dispuse în lanț) și receptacule terminale (apicale). În Marea Neagră, se găsește *Cystoseira barbata* (46410) (Fig. 36).

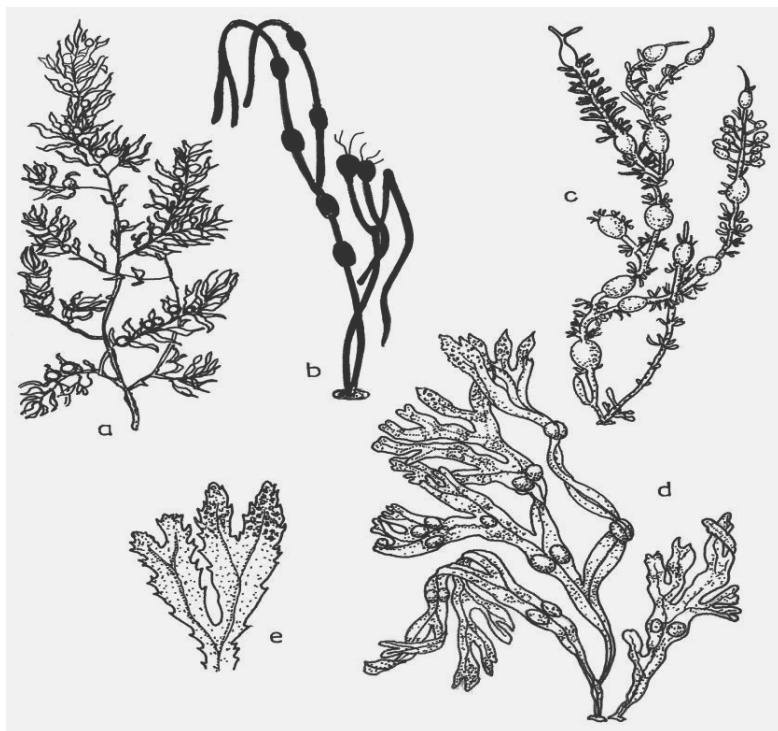


Fig. 36. Morfologia talului la Fucales:

a. *Sargassum bacciferum*; b. *Ascophyllum nodosum*; c. *Cystoseira barbata*; d. *Fucus vesiculosus*; e. *Fucus serratus*: filoid.

4.2.4.7. Mediul de viață

Algele brune sunt adaptate exclusiv la viața acvatică, aproape în întregime fiind marine. Unele alge bune, precum sunt cele de *Sargassum*, pot pluti departe de coastele marine.

Feofitele **Laminariales** și **Fucales** au reprezentanți atât în Emisfera Nordică, cât și în Emisfera Sudică. Laminarialele sunt mai bogate în genuri și specii în Pacificul de Nord, iar fucalele în Emisfera Sudică.

Unele specii se întâlnesc numai într-o anumită zonă. Astfel, speciile de *Fucus* se întâlnesc numai în Emisfera Nordică (Atlanticul de Nord și Pacificul de Nord), iar *Ascophyllum* este restricționat în Atlanticul de Nord (Scagel și colab., 1984).

4.2.4.8. Importanță

Algele brune sunt producători primari deosebit de importanți ai ecosistemelor acvatice în care trăiesc. Talul lor masiv asigură protecție în mediul marin, pentru numeroase animale, inclusiv pești. De asemenea, numeroase animale marine "pasc" direct din talul feofitelor sau se hrănesc cu materia organică moartă provenită din descompunerea acestora. Prin sporii pe care-i produc (zoospori, aplanospori, gameți), feofitele contribuie la formarea fitoplanctonului marin.

De asemenea, algele brune mari sunt utilizate industrial. Talul de *Laminaria* a fost utilizat în Orient ca alimente numite **kombu**, începând din 1730. Aceste alimente sunt produse în China și Japonia.

Din algele brune se obține acidul alginic care este utilizat în diferite țări (Japonia, Australia, Anglia, Canada etc.) pentru obținerea algi-naților (de amoniu, de calciu, de sodiu) cu importanță industrială. Alginatul de sodiu este utilizat ca stabilizator pentru înghețată și alte produse de patiserie. Algi-nații și derivații acestora se folosesc pentru obținerea vopselelor, săpunurilor, în fabricarea nasturilor, în industria pielăriei și a insecticidelor (Scagel și colab., 1984).

Algele brune au fost utilizate ca îngrășămintе, deoarece conțin potasiu, fosfor și azot. Într-o anumită perioadă, din algele brune s-au obținut cantități mari de iod, care au fost folosite de om, până la descoperirea unor resurse mai ieftine (Scagel și colab., 1984).

4.2.4.9. Origine și evoluție

Cu excepția talului de *Padina*, care este ușor calcifiat, toate celelalte alge brune nu au talul mineralizat. De aceea, înregistrările fosile pentru **algele brune** sunt relativ sărace, comparativ cu **Chlorophyta** și **Rhodophyta**.

Se consideră că fosile de alge brune datează din Triasic. Din rocile paleozoice, care datează din Silurian și Devonian, s-au înregistrat anumite fosile care aveau asemănări cu reprezentanții actuali din **Fucales**, **Dictyotales**, **Chordariales** și **Sphacelariales**. Aceste observații sugerează că **algele brune** au evoluat înainte de Devonianul târziu (Scagel și colab., 1984).

Cele mai valoroase dovezi sunt fosile de alge brune din Cenozoic, care au fost obținute din depozite de diatomee ale Miocenului, găsite în sudul Californiei. Unele dintre aceste fosile, cum ar fi *Julescraneia* prezintă asemănări remarcabile cu algele brune actuale **Laminariales** din genurile *Pelagophycus* și *Nereocystis* (Scagel și colab., 1984).

Algele brune nu sunt înrudite evident cu nici un alt grup de alge. Totuși, se consideră că algele brune și crizofitele au un strămoș comun. Această ipoteză se bazează pe asemănările între acestea, în ceea ce privește structura și inserția laterală a flagelilor, prezența clorofilei c și a fucoxantinei. De asemenea, produsul de depozitare la **Chrysophyceae** este un polizaharid asemănător cu laminarina de la **algele brune**.

O altă ipoteză susține că există o legătură filogenetică posibilă a algelor brune cu dinofitele și crizofitele, datorită prezenței clorofilei c (Scagel și colab., 1984).

Datele cu privire la caracteristicile ultrastructurale ale flagelilor sugerează că algele brune prezintă două **linii evolutive** (ectocarpaleană și fucaleană) distincte care

corespund celor două subclase (**Phaeophycidae** și **Fucophycidae**). Se consideră că cele mai primitive și cele mai simple alge brune sunt grupate în ordinul **Ectocarpales**. Din aceste alge sau dintr-un strămoș comun cu *Ectocarpus* au putut evolua toate celelalte ordine de alge brune, cu excepția celor din ordinul **Fucales**.

În cadrul liniei evolutive ectocarpaleană a algelor brune se disting două direcții de evoluție. Una dintre acestea include alge brune filamentoase, cu grade diferite de agregare a filamentelor și care culminează cu formele pseudoparenchimatice complexe. Cealaltă serie de evoluție conține alge brune parenchimatice, cu meristeme de creștere și țesuturi definitive; cele mai evoluat dintre acestea sunt algele brune **Laminariales**. În cadrul liniei de evoluție ectocarpaleană se observă o tendință de trecere de la izogamie, prin anizogamie, până la oogamie.

Caracteristicile biochimice, inclusiv complexul de pigmenți asimilatori, susțin originea comună a algelor brune **Fucales** cu algele brune **Phaeophycidae**. Linia evolutivă a algelor **Fucales** este în întregime oogametică și cuprinde numai specii parenchimatice și diplofazice.

Algele brune **Fucales** sunt considerate cele mai evoluat dintre feofite. Sporofitul acestor specii este dominant, iar gametofitul este reprezentat de gameți care se formează prin meioză în conceptaculele generației diploide.

Se consideră că feofitele reprezintă o linie evolutivă închisă și nu sunt considerate nod filogenetic. Acestea sunt cele mai evoluat din grupul cromofitelor.

4.2.4.10. Bibliografie

- Ionescu, A., Péterfi, Ș., 1981, Tratat de algologie, vol. IV, Ed. Academiei R.S.România, București.
- Lee, R.E., 2008, Phycology, Cambridge University Press, Cambridge.
- Müller, D.G., 1974, Sexual reproduction and isolation of a sex attractant in *Cutleria multifida* (Smith) Grey. (Phaeophyta), *Biochem Physiol. Pflanz.* 165:212-15.
- Müller, D.G., Jaenicke L., Donike M., Akintobi T., 1971, Sex attractant in a Brown Alga: Chemical structure. *Science* 171:815-17.
- Müller, D.G., Gassmann, G., Boland W., Marner F., Jaenicke L., 1981, *Dictyota dichotoma* (Phaeophyceae): identification of the sperm attractant. *Science* 212:1040-1.
- Müller, D.G., Maier, L., Gassmann, G., 1985 Survey on sexual pheromone specificity in Laminariales (Phaeophyceae). *Phycologia* 24: 475-84.
- Müller, D.G., Jaenicke L., 1973, Fucoserraten, the female sex attractant of *Fucus serratus* (Phaeophyta). *FEBS Lett.* . 30 (1): 137-139.
- Péterfi, Ș., Ionescu, A., 1977, 1979, Tratat de algologie, vol. II, III, Ed. Academiei R.S.România, București.
- Péterfi, L.I., 1995, Fejlődéstörténeti Növényrendszertan, I, litografiat, Univ. "Babeș - Bolyai", Cluj-Napoca.
- Pârvu, M., 2003, Botanică sistematică I, Ed.Gloria, Cluj-Napoca.
- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E., 1992, Biology of Plants, Worth Publishers, New York, S.U.A.

Scagel, R.F., Bandoni, R.J., Maze, J.R., Rouse, G.E., Schofield, W.B., Stein, J.R., 1984, , Plants – An Evolutionary Survey, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California.
Sitte, P., Ziegler, H., Ehrendorfer, F., Bresinsky, A., 1998, Lehrbuch der Botanik für Hochschulen, Ed. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – Jena – Lübeck – Ulm.

Site-ografie

IO <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=99581>
1O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=87256>
11O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4487>
111O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6759>
112O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6769>
113O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6764>
1131O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=32270
12O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4486>
121O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6553>
1211O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=32843
2O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4339>
21O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4494>
211O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6750>
212O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6746>
3O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4354>
31O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4466>
311O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=5780>
312O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=5700>
3121O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=73191
32O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4540>
321O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=7890>
3211O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=73335
33O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4481>
331O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6742>
3311O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=32364
34O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4562>
341O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8275>
3411O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=18546
4O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4360>
41O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4580>
411O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8335>
4111O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=1368
42O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4547>
421O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8406>
4211O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=55
43O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4578>
431O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8305>

4311O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=877
 440O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4577>
 441O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8809>
 4411O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=60
 442O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8808>
 4421O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=61
 450O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4586>
 451O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8437>
 4511O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=165272
 4512O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=27
 452O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=5632>
 4521O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=129132
 4522O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=61094
 453O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8089>
 4531O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=4427
 454O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=7747>
 4541O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=4884
 460O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4574>
 461O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8391>
 4611O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=87
 4612O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=85
 462O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8043>
 4621O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=5
 463O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8389>
 4631O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=16854
 464O <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8387>
 4641O http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=1325

4.3. Încrengătura Bacillariophyta

În încrengătura **Bacillariophyta** (IB) (gr. bacilla = nuiele; rio = golf; phyton = plantă) sunt cuprinse alge actuale și fosile, cunoscute sub denumirea de **Diatomeae** (gr. dia=două; temnein=a tăia) (Sitte și colab., 1998).

4.3.1. Morfologia talului

Celulele diatomeelor pot fi solitare sau grupate în colonii. Celula vegetativă este imobilă și se prezintă sub formă de cutiuță, cu pereții celulari silicificați. Singurul stadiu flagelat din ciclul de viață al diatomeelor este reprezentat de gameți bărbătești, care sunt uniflagelați (Raven și colab., 1992).

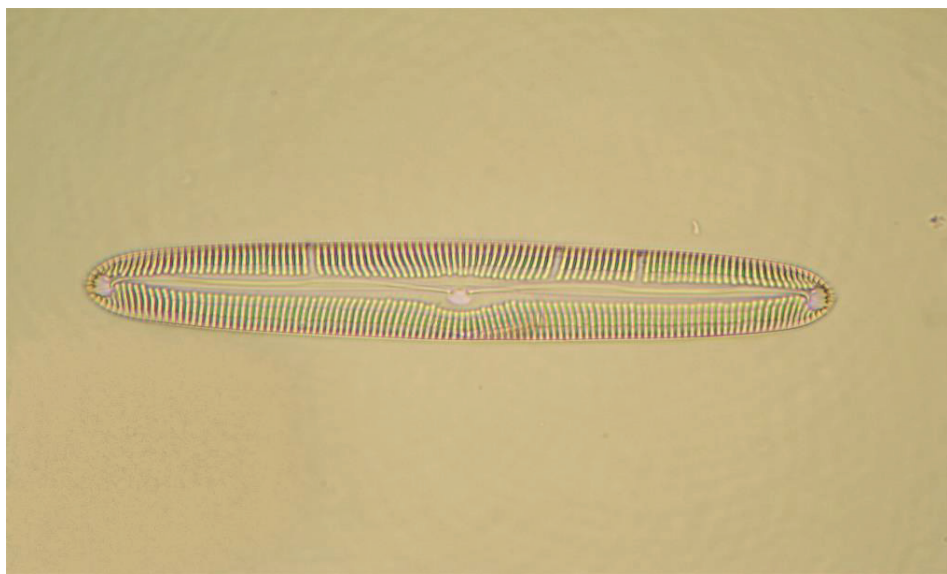
Forma celulelor este diferită (Fig. 37, 38 și 39) și are importanță taxonomică. Peretele celular al diatomeelor este denumit **frustulă** (tecă) și este format din două jumătăți – **epitecă** și **hipotecă** – care se îmbină ca două capace ale unei cutii.



A



B



C

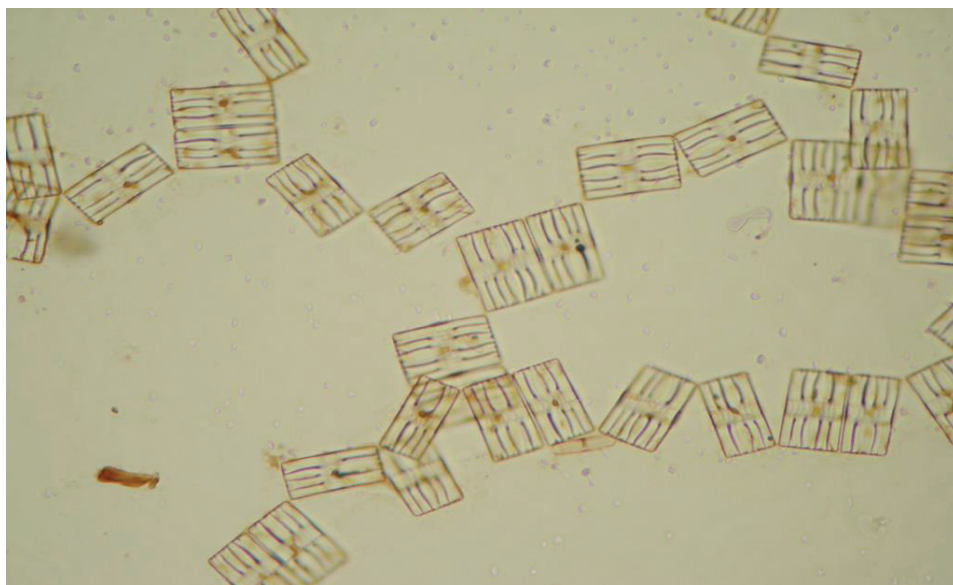
Fig. 37. Morfologia talului la *Bacillariophyta* (Diatomeae):
A. celule de *Biddulphia*; B. *Cyclotella*: aspect valvar; C. *Pinnularia*: aspect valvar.



A



B



C

Fig. 38. Morfologia talului la Bacillariophyta (Diatomeae):
 A. celule de *Diatoma*: aspect valvar (a) și pleural (b); B. *Navicula*; C. *Tabellaria*.



A



B



C

Fig. 39. Morfologia talului la Bacillariophyta (Diatomeae):
A. celulă de *Cymbella* (aspect valvar); B. *Pleurosigma* (a) și *Navicula* (b);
C. *Bacillaria*.

Cel puțin 95% din peretele celular este alcătuit din oxid de siliciu hidratat ($\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$), care este dispus într-o ramă organică necelulozică. Modul de dispunere a oxidului de siliciu este un caracter de specie, deși factorii de mediu pot afecta cantitatea depusă (Scagel și colab., 1984).

Cele două jumătăți ale frustulei prezintă o suprafață mai mult sau mai puțin plată denumită **valvă** și o margine curbată denumită **pleură** (Fig. 40) care este prevăzută cu un **inel conectiv**. Epiteca se îmbină cu hipoteca prin marginea inelelor conectivale (Pârvu, 2003).

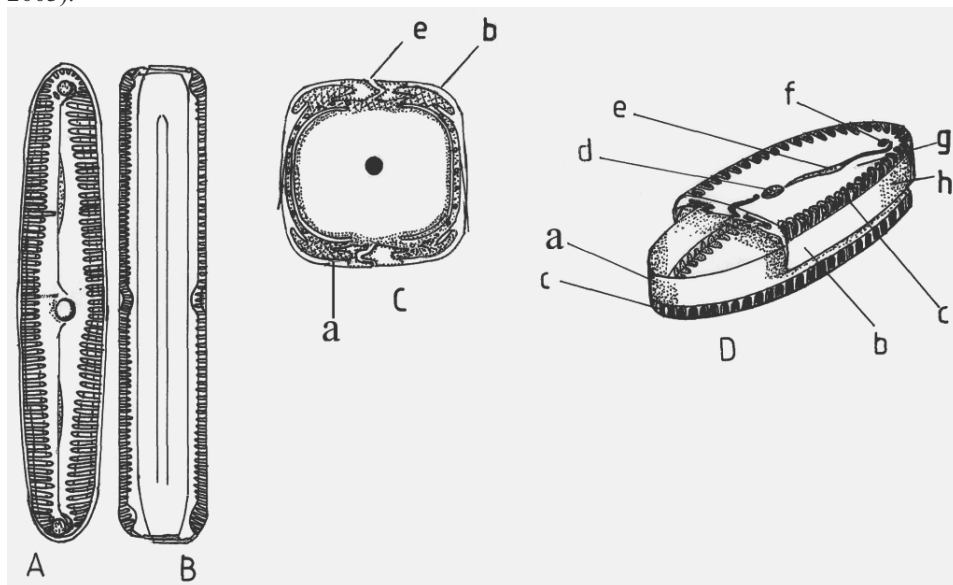


Fig. 40. Morfologia celei la *Pinnularia*:

A. aspect valvar; B. aspect pleural; C. celulă secționată transversal; D. componentele învelișului extern: a. hipotecă; b. epitecă; c. striuri (ornamentații); d. nodul central; e. rafă; f. nodul terminal; g. valvă; h. pleura (după Pop și colab., 1983).

Datorită dispunerii inegale a oxidului de siliciu, frustula conține pe suprafața sa **ornamentații** caracteristice, precum orificii, puncte, coaste, striuri, areole etc. Orificiile (deschiderile mici) de pe suprafața valvei se prezintă sub formă de puncte. Cele mai frecvente ornamentații ale frustulei sunt striurile care sunt alcătuite din puncte dispuse compact (Pârvu, 2003).

La unele diatomee, există ornamentații denumite coaste care reprezintă îngroșări (cutări) liniare, ale peretelui celular, situate pe valvele frustulei.

La diatomee, în peretele frustulei, există cavități relativ mari, sferice sau poligonale, denumite **areole**. Peretele areolei este de regulă perforat de pori (orificii) dispuși pe suprafața valvei și care asigură comunicarea citoplasmei celulare cu mediul extern (Ionescu și Péterfi, 1981).

Ornamentațiile frustulei sunt dispuse pe valvă radiar (la **Centrales**) sau penat (la **Pennales**).

O particularitate esențială a structurii valvelor este constanța numărului de ornamentații pe unitatea liniară de 10 μm . Datorită acestui fapt, unele specii (*Pleurosigma elongatum*, *Pleurosigma angulatum* etc.) de diatomee sunt folosite la verificarea calității lentilelor microscopice (Ionescu și Péterfi, 1981).

Comunicarea protoplastului celular cu mediul extern este amplificată la diatomeele **Pennales**, prin prezența rafei pe suprafața valvei. **Rafa** este un canal nesilicificat care are formă diferită (dreaptă, sinuoasă etc.), în funcție de grupul taxonomic. O parte a rafei poate conține citoplasmă învelită de membrana plasmatică. La capetele rafei, se găsește câte un nodul polar (terminal); la mijloc, rafa este întreruptă de nodulul central (Fig. 40). La unele diatomee **Pennales**, rafa lipsește. În locul rafei, există o arie axială netedă (Pârvu, 2003).

Dintre diatomee, numai cele care au rafă execută mișcări de propulsie. Se pare că în mișcare sunt implicați curenții citoplasmatici din sistemul rafei și oscilațiile proteinelor protoplasmaticice fibrilare din interiorul celulelor (Scagel și colab., 1984). Valvele multor diatomee prezintă diferite excrescențe (coarne, peri, ace, plăci etc.) care servesc fie pentru a mări suprafața frustulei, fie pentru fixarea celulelor învecinate în colonii (Ionescu și Péterfi, 1981).

Caracterele morfologice (formă, mărime, ornamentații etc.) ale frustulelor au importanță taxonomică. În funcție de forma pe care o au, diatomeele prezintă simetrie radiară (actinomorfă), bilaterală (zigomorfă) sau sunt asimetrice.

La diatomeele **Pennales** și la o serie de reprezentanți **Centrales**, se disting trei planuri fundamentale (longitudinal sau sagital, transversal și valvar) de simetrie.

Multe specii de diatomee formează colonii prin diviziuni succesive, pornind de la o celulă inițială. Unirea celulelor în colonii se produce fie prin mucilagiul secretat de citoplasmă, fie prin intermediul excrescențelor frustulei (Pârvu, 2003).

4.3.2. Structură celulară

Diatomeele au celule eucariote tipice, formate din membrană citoplasmatică, citoplasmă și nucleu. La suprafața celulei, se găsește peretele celular denumit **frustulă**. Membrana citoplasmatică se găsește sub frustulă și pătrunde în cavitățile interioare ale acesteia. În citoplasmă se găsesc organitele celulare specifice algelor eucariote.

Cloroplastele sunt așezate în stratul periferic al citoplasmei și au formă, dimensiuni și număr variabile. Culoarea cloroplastelor este galbenă-aurie, brună sau brună-verzuie. Pigmenții asimilatori caracteristici sunt reprezentați de **clorofila a**, **clorofila c₁** și **clorofila c₂**, **caroteni** (α și β) și **xantofile** (fucoxantină, diatoxantină și diadinoxantină). Proporțiile în care se găsesc pigmenții asimilatori sunt variabile, în funcție de specie (Sitte și colab., 1998; Lee, 2008). Cloroplastele sunt învelite de două membrane, înafara cărora se află două membrane ale reticulului endoplasmic al cloroplastului, dintre care membrana externă se continuă cu membrana externă a învelișului nuclear (Lee, 2008).

Stroma cloroplastelor este străbătută de lamele plastidiale din câte trei tilacoizi. La unele specii de diatomee penate, cloroplastele posedă pirenoizi interni traversați de 1–2 tilacoizi (Ionescu și Péterfi, 1981).

Nucleul celular este situat central și conține mai mulți nucleoli. În nucleu, se găsesc filamente de cromatină dispuse în rețea. Celulele vegetative ale diatomeelor sunt **diploide** (Scagel și colab., 1984).

4.3.3. Nutriție

În funcție de modul de nutriție, se diferențiază diatomee autotrofe și diatomee heterotrofe (facultative sau obligate). Unele specii sunt mixotrofe.

Majoritatea diatomeelor sunt autotrofe și realizează procesul de fotosinteză. Acestea au produși de rezervă precum **crizolaminarină**, **grăsimi** și **uleiuri** care sunt depozitați extraplastidial, în citoplasmă.

Multe diatomee pot deveni heterotrofe și se hrănesc cu substanțe organice din mediul de viață. Puține specii de diatomee sunt heterotrofe obligate. Acestea nu au clorofilă și nu realizează fotosinteză.

Anumite diatomee, cărora le lipsește frustula caracteristică, trăiesc ca simbioante cu protozoare marine mari (din ordinul **Foraminifera**) și oferă carbon organic gazdelor (Raven și colab., 1992).

4.3.4. Înmulțire

Diatomeele se înmulțesc pe cale vegetativă și pe cale sexuată.

Înmulțirea vegetativă este calea principală de multiplicare a diatomeelor. Aceasta se realizează prin diviziunea binară a celulei. Fiecare celulă se împarte în două, în decursul unui interval scurt de timp, de la câteva ore până la câteva zile. Intervalul de timp variază în funcție de specie, de starea fiziologică a celulei și de factori de mediu (Ionescu și Péterfi, 1981).

Înainte de diviziune, volumul citoplasmei crește și presează asupra epitecii și hipotecii. Acestea se dislocă și rămân unite doar prin marginile externe ale inelului conectival. După ce începe diviziunea mitotică a nucleului ($2n$), se produce și separarea în două părți a masei citoplasmatică. Separarea masei citoplasmatică se produce în plan paralel cu valvele, de la poli către centrul celulei. Suprafețele celor două mase citoplasmatică se acoperă de-a lungul planului de diviziune cu o valvă silicioasă, care se formează de la centru spre poli. După ce atinge marginile frustulei materne, valva nouă se curbează și ia naștere pleura și apoi inelul conectival. Când noile valve sunt formate definitiv, epiteca și hipoteca celulei materne se desprind și se pun în libertate celulele fiice. Epiteca și hipoteca celulei materne sunt preluate de cele două celule fiice. Atât epiteca cât și hipoteca celulei materne, devin epitecă la noile celule (Fig. 41).

Generațiile de urmași care moștenesc hipotecile materne devin din ce în ce mai mici. Diviziunile repetate produc astfel reduceri considerabile, în dimensiunile indivizilor (Ionescu și Péterfi, 1981).

Refacerea dimensiunilor naturale ale speciilor, în urma numeroaselor diviziuni vegetative, se realizează prin intermediul auxosporilor. Auxosporii sunt celule fără frustule care au însușirea de a crește până ajung la dimensiunile inițiale caracteristice speciei. Procesul prin care se formează auxospori este denumit **auxosporulare**. După ce au crescut, auxosporii formează frustule (Fig. 42) și devin celule vegetative ($2n$). Auxosporii se formează direct din celule vegetative de dimensiuni mici sau în urma înmulțirii sexuate.

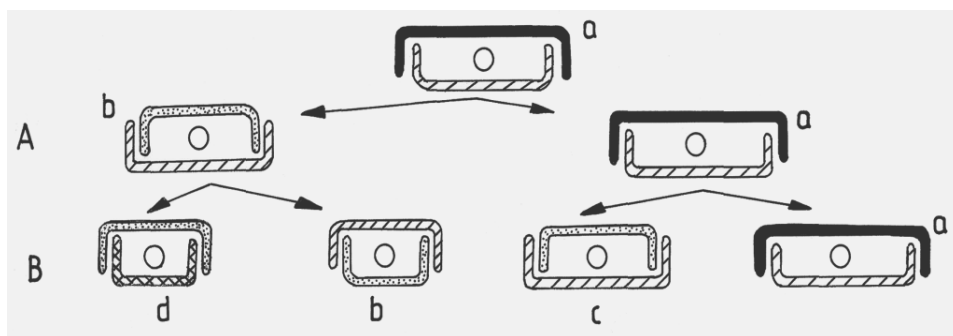


Fig. 41. Înmulțirea vegetativă la *Bacillariophyta*:
A. prima generație; B. a doua generație: a, b, c și d. celule vegetative.

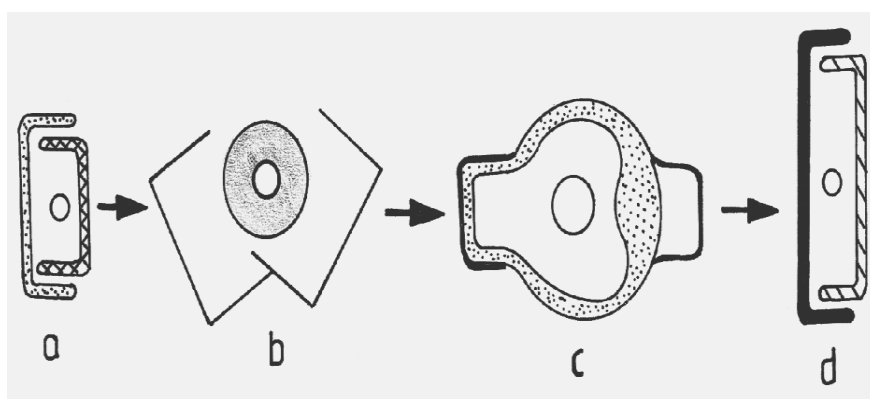


Fig. 42. Auxosporularea celulelor vegetative la *Bacillariophyta*:
a. celulă vegetativă; b. îndepărtarea frustulelor; c. auxospor; d. celulă vegetativă formată prin auxosporulare.

Înmulțirea sexuată la diatomee se realizează prin **somatogamie (conjugare)** și **oogamie**. Detaliile înmulțirii sexuate au fost studiate doar la câteva diatomee (Scagel și colab., 1984).

Înmulțirea sexuată prin **somatogamie** se realizează cu participarea a două celule vegetative cu potențe sexuale diferite, care vor produce gameți neflagelați. Două celule vegetative se apropie și se acoperă cu un strat mucilaginos comun. După aceea, celulele își desfac frustulele. Nucleii ($2n$) se divid și rezultă câte 4 nuclei haploizi, dintre care numai doi sunt mai mari și sunt funcționali. În urma diviziunii, fiecare celulă formează câte doi izogameți activi (n). Un gamet (bărbătesc) din fiecare celulă trece la cealaltă celulă. În acest fel, se produce schimbul de material genetic între celule. Apoi, gameții fuzionează doi câte doi și se formează doi zigoți care generează auxospori (Fig. 43).

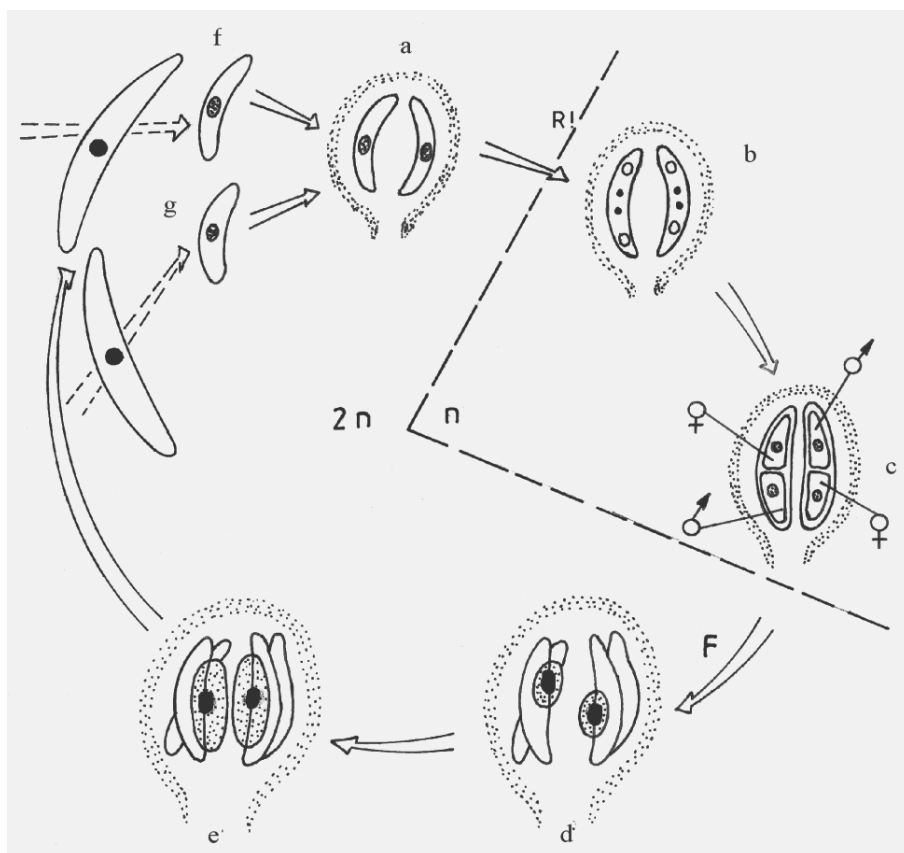


Fig. 43. Înmulțire sexuată prin somatogamie la Bacillariophyta:

a. celule vegetative diploide acoperite de mucilagiu; b. celule vegetative cu nucleu (n) fertili și sterili; c. schimbul de gameți între celule; d. zigoti; e. auxospori; f și g. celule vegetative formate; R!. diviziune reduțională (meiotică); F. fecundație (după Pop și colab., 1983).

Oogamia (Fig. 44) se realizează prin participarea a două celule vegetative cu potențe sexuale diferite. Celula inițială femeiască se divide și se formează patru nucleu dintre care numai unul este funcțional. Acesta va deveni nucleul oosferei. Celula inițială bărbătească formează patru anterozoizi uniflagelați, în urma diviziunii reduționale. Gametul bărbătesc fecundează oosfera și astfel se formează zigotul care se transformă în **auxospor** (Ionescu și Péterfi, 1981).

Înmulțirea sexuată la diatomee se produce numai după ce sunt îndeplinite două condiții. Prima condiție este ca celulele vegetative să ajungă la circa 30-40% din mărimea inițială. A doua premisă este să fie condiții de mediu favorabile, precum temperatură, lumină, nutrienți etc. (Edlund și Stoermer, 1997).

Diatomeele formează și cisti sau celule dormante. Acestea sunt mai mici decât celulele care le formează și au pereți îngroșați. Forma acestor celule este diferită de cea a celulelor parentale. Se consideră că formarea celulelor dormante nu implică înmulțirea sexuată (Scagel și colab., 1984).

Spre deosebire de multe alge, celulele vegetative ale diatomeelor sunt diploide (2n). Aceste alge au ciclul de dezvoltare monogenetic diplofazic (Scagel și colab., 1984).

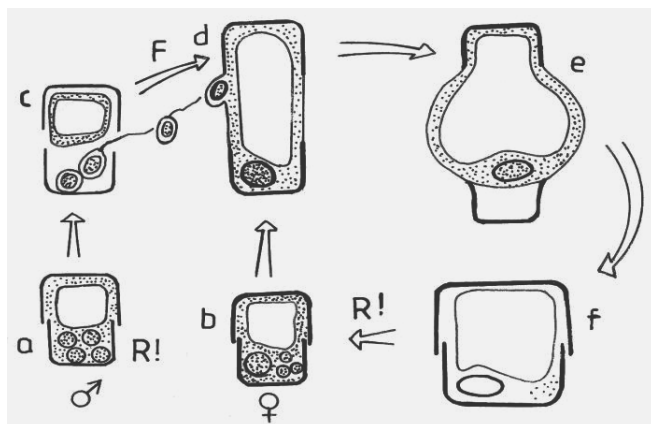


Fig. 44. Înmulțire sexuată prin oogamie la **Bacillariophyta**: a și c. celulă cu gameți bărbătești; b și d. celulă cu oosferă; e. auxospor; f. celulă vegetativă formată; R!. diviziune reduțională (meiotică); F. fecundație (după Pop și colab., 1983).

4.3.5. Clasificare

În încrengătura **Bacillariophyta (1B)** sunt descrise numeroase (în prezent 15559 de specii) diatomee, care sunt grupate în clasele **Bacillariophyceae**, **Coscinodiscophyceae** și **Mediophyceae**. Diatomeele sunt clasificate pe baza formei, ornamentațiilor de pe pereții celulari, simetriei celei, numărului de cloroplaste, mobilității (Scagel și colab., 1984), caracterelor moleculare și genetice.

Clasa Bacillariophyceae

În clasa **Bacillariophyceae (1B)** sunt cuprinse majoritatea diatomeelor (12406 specii descrise în prezent), care au formă diferită și sunt grupate în mai multe ordine precum **Bacillariales (11B)**, **Cymbellales (12B)**, **Naviculales (13B)**, **Tabellariales (14B)** etc.

Diatomeele cuprind specii actuale și fosile, cu sau fără răfă. Celulele sunt bipolare, în mod uzual cu simetrie bilaterală. Reproducerea sexuată este anizogamă sau izogamă (1BC).

Dintre genurile de diatomee caracteristice acestei clase menționăm *Bacillaria*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Pleurosigma*, *Diatoma*, *Tabellaria* etc.

Morfologia celulelor și ornamentațiile frustulei sunt importante, pentru identificarea speciilor la microscopul optic (Fig. 37, 38 și 39).

Genul *Bacillaria* (**111B**) cuprinde diatomee coloniale și aparține ordinului **Bacillariales**. În cadrul coloniei, celulele se deplasează, fără a exista o concordanță între mișcările acestora. Deplasarea celulelor determină mișcarea coloniei. Valvele sunt liniare, fusiforme și au rafă, sub formă de canal (Ionescu și Péterfi, 1981). *Bacillaria paradoxa* (**111B**) este specia tip a genului și este tip taxonomic pentru încrengătură (Pop și colab., 1983).

Genurile *Cymbella* și *Gomphonema* aparțin ordinului **Cymbellales** (**12B**).

La *Cymbella* (**121B**), celulele sunt solitare sau sunt grupate în colonii de forma unor tuburi gelatinoase. Valvele au marginea ventrală concavă sau dreaptă, iar marginea dorsală este convexă. Rafa este curbată în formă de seceră și împarte valva în două părți inegale (Fig. 39). Specia tip a genului este *Cymbella cymbiformis* (**1211B**).

La *Gomphonema* (**122B**), celulele sunt solitare și sunt fixate de substrat, cu ajutorul unui picioruș gelatinos. Valvele sunt cuneiforme, lanceolate și mai rar sunt liniare. Pe suprafața valvei se observă rafa și striurile punctate. Specia tip a genului este *Gomphonema acuminatum* (**1221B**), care se întâlnește în ape dulci.

Genurile *Navicula*, *Pinnularia* și *Pleurosigma* aparțin ordinului **Naviculales** (**13B**).

La *Navicula* (**131B**), celulele au valve liniare sau eliptice, striate, cu rafă simplă și noduli bine dezvoltati (Fig. 38 și 39). Specia tip a genului este *Navicula tripunctata* (**1311B**), care se găsește în ape dulci.

Speciile genului *Pinnularia* (**132B**) au celulele solitare sau reunite în benzi. Celulele sunt eliptice sau lanceolate. Suprafața valvelor prezintă rafă, noduli (central și terminali) și ornamentații (striuri, coaste) caracteristice (Fig. 37 și 40). Specia tip a genului este *Pinnularia viridis* (**1321B**), care se găsește în ape dulci.

La *Pleurosigma* (**133B**), valvele sunt liniare sau lanceolate și sunt prevăzute cu rafă în forma literei "S". Valvele prezintă striuri care se întretaie caracteristic (Fig. 39). Specia tip a genului este *Pleurosigma angulatum* (**1331B**), care se găsește în ape marine.

Genurile *Diatoma* și *Tabellaria* aparțin ordinului **Tabellariales** (**14B**).

La *Diatoma* (**141B**), celulele au valvele liniare până la eliptice și extremitățile larg rotunjite (Fig. 38A). Specia tip a genului este *Diatoma vulgaris* (**1411B**), care este de apă dulce.

La *Tabellaria* (**142B**), celulele sunt reunite în colonii de formă variată: panglică, lăntșor, în zig-zag ori stelate (Fig. 38C). Specia tip a genului este *Tabellaria flocculosa* (**1421B**), care se găsește în apă dulce.

Clasa Mediophyceae

În clasa **Mediophyceae** (**2B**) sunt numeroase diatomee (**1515** specii descrise), care au celule solitare sau grupate în colonii și cu simetrie diferită. Aceste specii sunt grupate în numeroase ordine, precum **Biddulphiales** (**21B**), **Stephanodiscales** (**22B**), **Chaetocerotales** (**23B**) etc. Dintre genurile caracteristice acestei clase menționăm *Biddulphia* și *Cyclotella* (Fig. 37).

Genul *Biddulphia* aparține ordinului **Biddulphiales (21B)**. La *Biddulphia (211B)*, celulele au frustulele sub formă de cutii cilindrice. Valvele sunt eliptice sau unghiulare și prezintă ornamentații caracteristice sub formă de peri sau spini (Fig. 37A). O specie marină din acest gen este *Biddulphia apiculata (2111B)*.

La *Cyclotella (221B)*, celulele au formă de disc, cu simetrie radiară, sunt solitare sau sunt unite prin intermediul unui mucilagiu (Fig. 37B). Valvele sunt circulare și au marginea costată sau striată, iar aria centrală este netedă și este delimitată net (Ionescu și Péterfi, 1981). Specia tip a genului este *Cyclotella tecta (2211B)*. Acest gen aparține ordinului **Stephanodiscales (22B)**.

4.3.6. Mediul de viață

Mediul în care diatomeele cunosc cea mai mare diversitate specifică și dezvoltare calitativă este cel acvatic. Cu rare excepții, diatomeele sunt partea cea mai însemnată a fitoplanctonului (Ionescu și Péterfi, 1981).

Diatomeele sunt larg răspândite în ape dulci și marine. Speciile centrice se întâlnesc în ape marine, iar cele penate apar mai frecvent în ape dulci (Scagel și colab., 1984).

În mediul acvatic, răspândirea diatomeelor este influențată de o serie de factori externi precum salinitatea, temperatura și natura substratului. Salinitatea este unul dintre cei mai însemnați factori ecologici care condiționează răspândirea diatomeelor. Diversele specii de diatomee au grade diferite de rezistență la salinitate și la oscilațiile ei, unele fiind eurihaline, iar altele stenohaline (Ionescu și Péterfi, 1981).

Arealul diatomeelor este foarte diferit ca extindere. Din acest punct de vedere, există **specii cosmopolite** și **specii endemice**. În anumite condiții favorabile, unele specii de diatomee se înmulțesc abundent în fitoplancton și determină **înflorirea apei** (Ionescu și Péterfi, 1981). De asemenea, diatomeele se întâlnesc în sol, pe cărămizi sau pietre și aproape în orice loc umed.

Unele diatomee pot tolera doar o gamă restrânsă de condiții de mediu și sunt utilizate ca **indicatori** ai caracteristicilor fizico-chimice ale apelor. În râurile nepoluate, diatomeele sunt reprezentate de numeroase specii diferite, fiecare având număr mic de indivizi. Apele poluate au puține specii de diatomee, dar cu număr foarte mare de indivizi (Scagel și colab., 1984).

Sedimentele din lacuri ce conțin frustule de diatomee fosile ajută la stabilirea istoriei aceluia lac.

Tecile diatomeelor s-au acumulat de milioane de ani și au format un zăcământ denumit **diatomit**, care este folosit în scop industrial ca abraziv pentru polizarea argintului și ca material filtrant și izolan. Pe câmpurile petroliere din Santa Maria, din California, există depozite de diatomit groase de 900 m (Raven și colab., 1992).

Diatomeele au devenit abundente în înregistrările fosile cu 100 de milioane de ani în urmă, în perioada cretacică. Multe specii fosile sunt identice cu cele care trăiesc azi, ceea ce indică o conservare neobișnuită de-a lungul perioadelor geologice (Raven și colab., 1992).

4.3.7 . Origine și evoluție

Bacillariofitele sunt alge protiste foarte vechi, care se cunosc în stare fosilă, din straturi mezozoice, vechi de 150 de milioane de ani. În număr mai mare, diatomeele fosile sunt prezente din **Cenozoic**, cu 65 de milioane de ani în urmă (Scagel și colab., 1984).

În **Cretacicul** superior și în **Terțiar**, au avut o dezvoltare remarcabilă și au format depozite considerabile de diatomit.

Diatomeele actuale prezintă caractere de asemănare cu celelalte cromofite, în ceea ce privește clorofila a, xantofilele și produsul de depozitare reprezentat de crizolaminarină.

Se presupune că primele diatomee apărute aparțin centricelor. Flagelul pleuronematic al anterozoidului de la centrice sugerează descendența diatomeelor dintr-un strămoș heterocont, probabil de tipul ochromonadalelor, pe calea reducerii flagelului posterior. Se consideră că diatomeele centrice care au gameți flagelați sunt primitive, iar diatomeele penate care au gameți neflagelați sunt derivate din primele (Pop și colab., 1983).

Diatomeele prezintă și caractere distinctive, precum: perete celular mineralizat, alcătuit din două jumătăți simetrice; stadiul diploid dominant în ciclul de dezvoltare. Aceste caractere indică faptul că ele au urmat o linie evolutivă particulară, închisă, în cadrul căreia s-a realizat o specializare puternică.

4.3.8. Bibliografie

- Edlund, M.B., Stoermer, E.F., 1997, Ecological, evolutionary, and systematic significance of diatom life histories. *J. Phycol.*33:897-918.
- Ionescu, A., Péterfi, Ș., 1981, Tratat de algologie, vol. IV, Ed. Academiei R.S.România, București.
- Lee, R.E., 2008, Phycology, Cambridge University Press, Cambridge.
- Pârvu, M., 2003, Botanică sistematică I, Ed.Gloria, Cluj-Napoca.
- Pop, I., Hodișan, I., Mititelu, D., 1983, Botanică sistematică, Ed. Didactică și Pedagogică, București.
- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E., 1992, Biology of Plants, Worth Publishers, New York, S.U.A.
- Scagel, R.F., Bandoni, R.J., Maze, J.R., Rouse, G.E., Schofield, W.B., Stein, J.R., 1984, Plants – An Evolutionary Survey, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California.
- Sitte, P., Ziegler, H., Ehrendorfer, F., Bresinsky, A., 1998, Lehrbuch der Botanik für Hochschulen, Ed. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – Jena – Lübeck – Ulm.

Site-ografie

- IB** <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=139141>
- 1B** <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/detail/?taxonid=4337&-session=abv4:AC1F11E20ef871E0B3Qu2002B0F0>
- 1B** <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4337>
- 11B** <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4416>

111B <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=77647>
 1111B http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=30974
 12B <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=77853>
 121B <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=77955>
 1211B http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=37494
 122B <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=77961>
 1221B http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=31547
 13B <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4490>
 131B <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=77661>
 1311B http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=31895
 132B <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=77689>
 1321B http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=32017
 133B <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=77691>
 1331B http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=59886
 14B <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=77844>
 141B <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=77671>
 1411B <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=77671>
 142B <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=77985>
 1421B http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=32232
 2B <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=139117>
 21B <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4493>
 211B <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=77730>
 2111B http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=76983
 22B <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=145080>
 221B <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=77699>
 2211B http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=35805
 23B <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=77874>

Regnul Plantae

4.4. Încrengătura Rhodophyta

În încrengătura **Rhodophyta** (gr. rhodon = roșu; phyton = plantă) sunt cuprinse **algele roșii (rodofitele) (IR)**. Acestea reprezintă un grup foarte mare (peste 7 200 de specii recunoscute) (Guiry and Guiry, 2016) și divers de alge (Pârvu, 2003). Majoritatea algelor roșii sunt marine și aproximativ 5% se întâlnesc în ape dulci (Sheath, 1984).

4.4.1. Morfologia și structura talului

Algele roșii cuprind specii care au talul variat: unicelular, plasmodial, filamentos și parenchimos (Fig. 45). Rodofitele nu au celule flagelate și nu prezintă flageli, în nici un stadiu al dezvoltării ontogenetice.

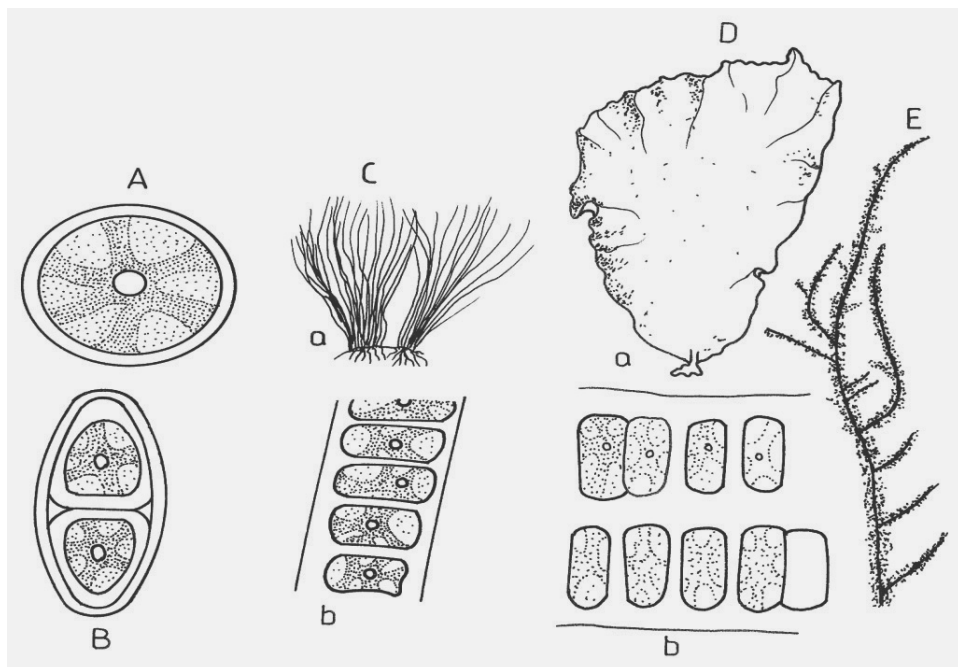


Fig. 45. Morfologia talului la Rhodophyta:

A. celulă de *Porphyridium*; B. celule de *Chroothecae*, după diviziune; C. tal filamentos de *Bangia*: a. aspect macroscopic; b. aspect microscopic; D. tal parenchimatic de *Porphyra*: a. aspect macroscopic; b. aspect microscopic al talului bistromatic; E. aspect macroscopic al talului de *Batrachospermum*.

Talul algelor roșii are dimensiuni variabile. Unele specii sunt microscopice, iar altele au tal foliaceu, mare, profund ramificat. Astfel, la *Gracilaria* talul ajunge la o lungime de peste 4 m (Scagel și colab., 1984).

La anumite rodofite, precum *Ceramium* și *Delesseria*, există o diferențiere morfologică a talului în rizoid, cauloid și filoid.

Majoritatea algelor roșii au talul alcătuit din filamente care sunt țesute des și care sunt menținute de mucilagiul matricei intercelulare. Rodofitele filamentoase au simetrie radiară, iar cele foliacee au simetrie bilaterală.

La algele roșii **Bangiophyceae**, creșterea talului este **intercalară**, iar la **Florideophyceae** este **apicală** (Raven și colab., 1992).

Creșterea algelor roșii filamentoase este inițiată de o celulă apicală, în formă de cupolă, care "taie" segmentele secvențial, pentru a forma o axă. Această axă formează ramuri laterale. Multe alge roșii, precum *Polysiphonia*, sunt **multiaxiale** și sunt alcătuite din multe filamente, care formează un corp tridimensional (Fig. 51). La astfel de rodofite,

filamentele sunt interconectate secundar și formează o rețea în interiorul matricei mucilaginoase (Raven și colab., 1992).

La rodofitele **Bangiophyceae**, celulele nu sunt legate între ele prin punți (conexiuni) intercitoplasmatice. În schimb, majoritatea rodofitelor **Florideophyceae**, au celulele talului legate între ele prin punți intercitoplasmatice (Scagel și colab., 1984).

Deși există puține alge roșii unicelulare, acestea includ unul dintre reprezentanții cei mai studiați ai încrengăturii, precum este *Porphyridium* (Raven și colab., 1992).

La rodofite, diferențierea tisulară este aproape nesemnificativă. Totuși, la anumite alge roșii există o diferențiere histologică în **cortex** și **medulă**. Medula are formă filamentoasă și este alcătuită din celule mari dispuse cap la cap, iar cortexul este alcătuit din împletirea unor filamente pluricelulare formate din celule mai mici (Scagel și colab., 1984). La algele roșii care au talul mineralizat cu CaCO_3 , calcifierea se produce în mod normal numai în pereții celulari ai celulelor corticale (Lee, 2008).

Algele roșii sunt simple din punct de vedere morfologic și structural, comparativ cu algele brune.

4.4.2. Structură celulară

La algele roșii, forma și dimensiunile celulelor sunt variate. Celulele au structură tipică eucariotă, dar prezintă și caractere specifice.

Peretele celular este alcătuit din celuloză (la interior) și substanțe pectice (la exterior). De asemenea, în structura peretelui celular se găsește xilan. La numeroase rodofite, în peretele celular și în spațiile intercelulare există polizaharide mucilaginoase, coloidale, cu structură complexă, precum **agarul** și **caragenul**. La unele alge roșii, precum *Corallina* și *Lithothamnion*, peretele celular este mineralizat cu CaCO_3 .

Citoplasma celulară conține cloroplaste, situate central sau periferic, în număr variabil și de formă diferită. La rodofitele inferioare, există un singur cloroplast stelat, cu pirenoïd, în citoplasmă. În general, rodofitele cu structură mai complexă conțin numeroase cloroplaste discoidale sau de altă formă (Lee, 2008).

Cloroplastele rodofitelor (**Bangiales**, **Nemalionales**) cu structură mai simplă prezintă pirenoïd, dar acesta este absent la algele roșii, care au structură mai complexă. Din punct de vedere structural, cloroplastul este format dintr-o **membrană dublă**, o stromă omogenă, tilacoizi liberi, molecule de ADN și granule de lipide (Scagel și colab., 1984).

Tilacoizii se prezintă ca lamele fotosintetice paralele, izolate și neasociate. La unele alge roșii, în cloroplast se găsește și un tilacoid, sub formă de centură, situat sub membrana dublă. În tilacoizi se găsesc pigmentii asimilatori, precum **ficobiline**, **caroteni** (α și β), **xantofile** și **clorofila a**. Ficobilinele caracteristice rodofitelor sunt **ficocianina**, **ficoeritrina**, **aloficocianina** și **floridorubina**. La unele rodofite, β -carotenul este carotenul principal, iar la alte specii predomină α -carotenul. Dintre xantofile, se întâlnesc **luteina** și **zeaxantina**. Pigmenții clorofilieni includ numai **clorofila a** (Lee, 2008). S-a arătat că **clorofila d**, raportată în unele cazuri, provine de la cianobacteria *Acaryochloris marina*, un epifit pe alge roșii (Murakami et al., 2004, citați de Lee, 2008).

Ficobilinele se agregă și formează granule mici, de formă regulată, denumite **ficobilizomi**, care sunt situați pe suprafața externă a membranei tilacoidale (Scagel și colab., 1984), similar cu cei de la cianobacterii (Lee, 2008).

În general, în celulele rodofitelor, pigmentii clorofilieni sunt mascați de pigmentii accesorii. În funcție de cantitățile și raportul dintre pigmenti și de condițiile de mediu, algele roșii prezintă diferite culori (verde, roșu-bruniu, roșu-albăstrui, roșu aprins, roșu-purpuriu și chiar negru). Rodofitele submerse sau cele care se dezvoltă în locuri umbroase au o cantitate mai mare de ficoeritrină în celule (Scagel și colab., 1984).

În citoplasma celulelor se găsesc, de asemenea, dictiozomi, reticul endoplasmic, mitocondrii, ribozomi, vacuole, granule de amidon și nucleu.

Celulele algelor roșii sunt uninucleate sau plurinucleate. Nucleul prezintă membrană nucleară, nucleoplasmă, un nucleol și fibre de cromatină care formează cromozomi, de dimensiuni mici, în timpul diviziunii celulare. La algele roșii, diviziunea mitotică este similară cu cea de la plantele superioare, cu fus de diviziune, cu cromozomi distincți și cinetocori. La aceste alge, nu s-au evidențiat centrioli adevărați (Scagel și colab., 1984).

4.4.3. Nutriție

Majoritatea algelor roșii sunt fotoautotrofe. Principalul produs de rezervă este **amidonul de floridee**, un polizaharid format din numeroase molecule de D-glucoză. Amidonul de floridee este depozitat înafara cloroplastului, fiind deseori asociat cu suprafața externă a nucleului sau a pirenoidului, când este prezent.

La anumite rodofite, există și alți produși de rezervă precum **manitol** și **fitosteroli** (colesterolul, β -sitosterolul și fucosterolul).

Unele rodofite sunt **epifite** sau **endofite**. Algele roșii **epifite** au fost identificate pe clorofite, feofite etc. Algele roșii pluricelulare sunt ideale pentru studierea evoluției parazitismului, deoarece cca. 10% dintre speciile de alge roșii cunoscute sunt parazite pe alge roșii care trăiesc liber (Goff și colab., 1996). Anumite alge roșii sunt parazite și sunt dependente de planta gazdă (Scagel și colab., 1984). Când parazitul și gazda sunt alge roșii foarte înrudite între ele, fenomenul poartă numele de **adelfoparazitism** (Péterfi și Ionescu, 1977), iar când sunt alge roșii îndepărtate filogenetic se numește **aloparazitism** (Goff și colab., 1996). Din totalul de alge roșii parazite pe alte alge roșii, 80% sunt adelfoparazite și 20% sunt aloparazite (Goff și colab., 1996).

4.4.4. Înmulțire

Algele roșii prezintă diferite tipuri de înmulțire: **vegetativă**, **asexuată** și **sexuată**. Caracteristicile înmulțirii și ale ciclului de dezvoltare sunt foarte complexe și variate, la rodofite.

Înmulțirea vegetativă se realizează prin diviziunea celulei și este întâlnită la rodofitele unicelulare. Înmulțirea asexuată se realizează prin spori (monospori, aplanospori, tetraspori, carpospori).

Monosporul se formează printr-o metamorfoză simplă a unei celule vegetative care devine **monosporange**. Într-un monosporange se formează numai un singur spor.

Aplanosporii se formează din transformarea unei celule vegetative în **aplanosporange**. Prin diviziunea repetată a protoplastului, se formează mai mulți aplanospori (8 sau 16), într-un aplanosporange (Scagel și colab., 1984).

Tetrasporii se formează câte patru în celule (epidermice sau corticale) ale tetrasporofitului care devin **tetrasporange**. Pe suprafața talului, tetrasporangii pot fi izolați sau grupați (Scagel și colab., 1984).

Prin germinarea tetrasporilor (n) se formează gametofitul (n). Dacă gametofitul este heterotalic (dioic), tetrasporii sunt diferențiați din puncte de vedere sexual (Pârvu, 2003).

Înmulțirea sexuată este denumită **carpogamie** și este întâlnită la majoritatea rodofitelor. Această înmulțire constă în unirea oosferei (gametului femeiesc) formată în carpogon cu spermata formată în spermatangiu. Gameții (oosfera și spermata) sunt haploizi și imobili. Carpogonul prezintă o parte voluminoasă bazală care conține oosfera și un tub lung denumit trichogin. La rodofite, carpogonul poate fi situat pe suprafața talului sau este inclus, parțial, în țesuturile corticale ale acestuia. La unele rodofite, carpogonul este sesil, iar la alte specii, este susținut de un filament pluricelular denumit **gonofor** (Scagel și colab., 1984).

Anumite alge roșii **Gelidiales** au carpogonele grupate într-un **procarp compus** (Péterfi și Ionescu, 1977).

Fiecare spermatangiu formează o singură spermatică. De obicei, spermatangiile sunt situate la nivelul epidermei și provin din celule epidermice modificate. La *Gracilaria*, spermatangiile se formează în cavități asemănătoare conceptaculelor.

În urma unirii gameților (oosferei și spermaticii), în carpogon, se formează zigotul (2n) care produce prin diviziune **carposporofitul** (gonimoblastul pluricelular).

Carposporofitul se dezvoltă direct din carpogonul fecundat sau prin diviziunea unei celule auxiliare în care a fost transferat nucleul zigotului (Péterfi și Ionescu, 1977).

La rodofite **Gelidiales**, **Ceramiales** etc., carposporofitul este acoperit de pericarp (membrana proprie) și este denumit **cistocarp**.

Unele specii de rodofite formează carposporofitul pe suprafața gametofitului. La alte rodofite, carposporofitul se dezvoltă în gametofit, deoarece carpogonul este cufundat în țesuturile corticale ale acestuia. La aceste specii, eliberarea carposporilor, formați pe carposporofit în carposporange, se face prin pori sau prin ruperea țesuturilor externe.

Carposporofitul algelor roșii formează carpospori, în carposporange. La **Florideophyceae**, fiecare carposporange formează câte un carpospor. Carposporii sunt diploizi (2n) sau haploizi (n). Carposporii diploizi dau naștere tetrasporofitului (2n), iar carposporii haploizi (n) gametofitului (Pârvu, 2003).

4.4.5. Dezvoltare ontogenetică

Algele roșii se deosebesc evident, între ele, în ceea ce privește ciclul de dezvoltare ontogenetică. La **Bangiophyceae**, ciclul de dezvoltare este monogenetic sau digenetic cu generații heteromorfe. La **Florideophyceae**, ciclul de dezvoltare este digenetic sau trigenetic.

Caracteristicile carpogonului, procesele care au loc după fecundație, particularitățile dezvoltării ontogenetice diferă foarte mult, la rodofite. De aceea, se disting mai multe tipuri (*Porphyra*, *Polysiphonia*, *Batrachospermum* etc.) diferite, ale ciclului de dezvoltare.

La *Porphyra*, ciclul de dezvoltare poate fi monogenetic sau digenetic, în funcție de specie și de condițiile de mediu. Astfel, la unele specii, stadiul foliaceu este haplofazic, produce monospori care germinează și formează tal similar (Fig. 46).

La alte specii, talul foliaceu produce aplanospori (8 sau 16 în celulă). Aceștia germinează și se transformă într-un tal foliaceu asemănător (Fig. 46).

La anumite specii de *Porphyra*, ciclul de dezvoltare este digenetic, cu generații heteromorfe. Gametofitul este dominant, iar sporofitul ($2n$) este filamentos de tip *Conchocelis* (Fig. 47). Stadiul filamentos *Conchocelis* a fost considerat pentru mult timp un gen separat (Scagel și colab., 1984).

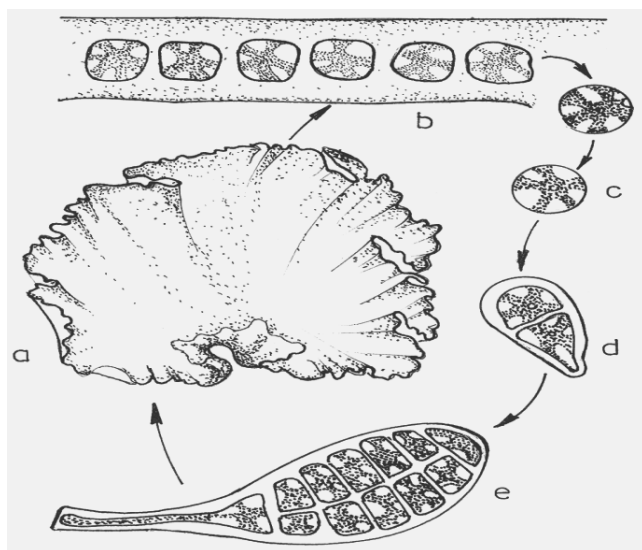


Fig. 46. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Porphyra*:

a. gametofit foliaceu; b. secțiune prin tal monostromatic; c. monospor; d. diviziunea monosporului; e. tal foliaceu (gametofit) tânăr.

Talul foliaceu de *Porphyra* poate fi homotalic sau heterotalic (dioic), cu gametofit bărbătesc și gametofit femeiesc. Acest tal foliaceu produce spermă în spermatangiu și oosferă în carpogon. În urma fecundației, rezultă zigotul ($2n$), care prin diviziuni mitotice formează carpospori ($2n$). Carposporii germinează și formează stadiul *Conchocelis* care este filamentos, uniserial și ramificat (Fig. 47).

Filamentele de *Conchocelis* produc două tipuri de spori (monospori și conchospori). Monosporii ($2n$) se formează în monosporange, germinează și se transformă în filament de *Conchocelis*. Conchosporii (n) se formează în număr de 1 – 4, în **conchosporange**. Conchosporul (n) germinează și formează un tal juvenil care crește și devine foliaceu (Fig. 47). La *Batrachospermum*, ciclul de dezvoltare este digenetic, haplodiplofazic, cu gametofit dominant și carposporofit sferic, microscopic, format pe pleuridii (Fig. 48, 49 și 50).

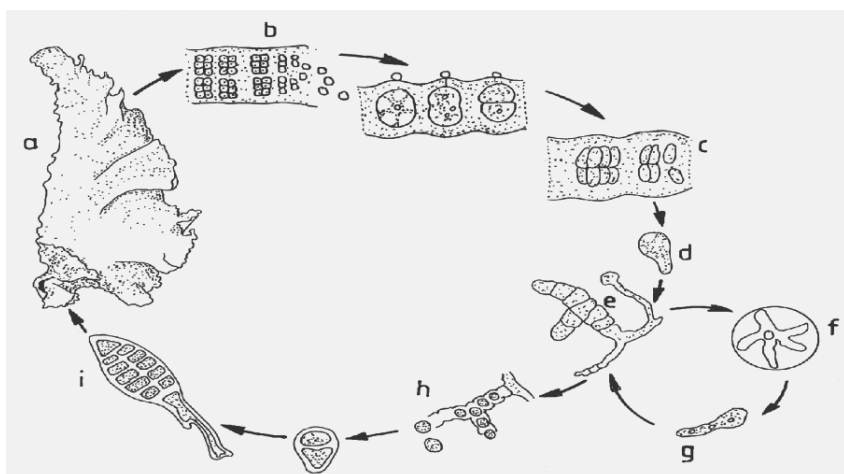


Fig. 47. Ciclul de dezvoltare digenetic heteromorf la *Porphyra*:

a. gametofit; b. spermatorii formate în tal bistrromatic; c. fecundarea oosferei din carpogon de către spermatic; d. carpospori; e. stadiul *Conchocelis*; f. monospor ($2n$); g. monospor germinat; h. conchospor (n); i. gametofit tânăr (după Scagel și colab., 1984).

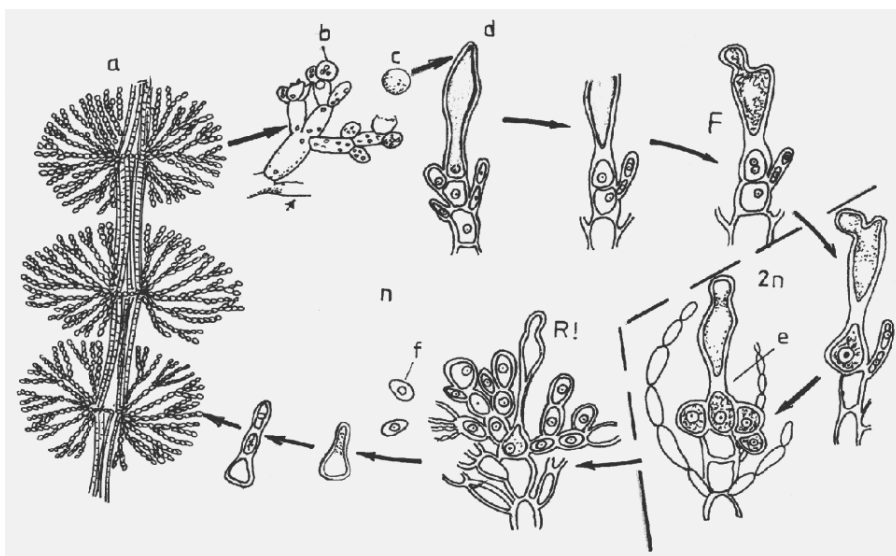


Fig. 48. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Batrachospermum*:

a. aspect microscopic al gametofitului; b. spermatangiu; c. spermatic; d. carpogon cu oosferă; e. carposporofit; f. carpospori; F. fecundație; R!. diviziune reducțională (meiotică).



Fig. 49. Tal de *Batrachospermum gelatinosum* (pe lamă de microscop).



Fig. 50. Gametofit de *Batrachospermum gelatinosum*: a. nod; b. internod; c. carposporofit (imagine la microscop optic).

În urma fecundației oosferei din carpogon de către spermatic, se formează zigotul ($2n$). Diviziunea mitotică a zigotului dă naștere gonimoblastului pluricelular (carposporofitului) care se formează pe carpogonul fecundat. Carposporofitul ($2n$) formează carpospori (n) în carposporange. Carposporii cad pe substrat, germinează și produc gametofitul.

La *Polysiphonia*, *Ceramium* și alte alge roșii evoluate există un ciclu de dezvoltare haplodiplofazic, cu trei generații (gametofit, carposporofit și tetrasporofit). Cei doi gametofiți (bărbătesc și femeiesc) sunt macroscopici și identici morfologic cu tetrasporofitul ($2n$). Carposporofitul ($2n$) este microscopic, este atașat pe gametofitul femeiesc și este acoperit de **pericarp**. Carposporofitul produce carposporangi care formează câte un carpospor ($2n$) ce dă naștere tetrasporofitului liber (Fig. 51). Pe tetrasporofit se formează tetrasporangi care conțin câte 4 tetraspori (n). Jumătate din tetrasporii (n) unui sporangiu formează gametofiți bărbătești, iar jumătate gametofiți femeiești (Fig. 51).

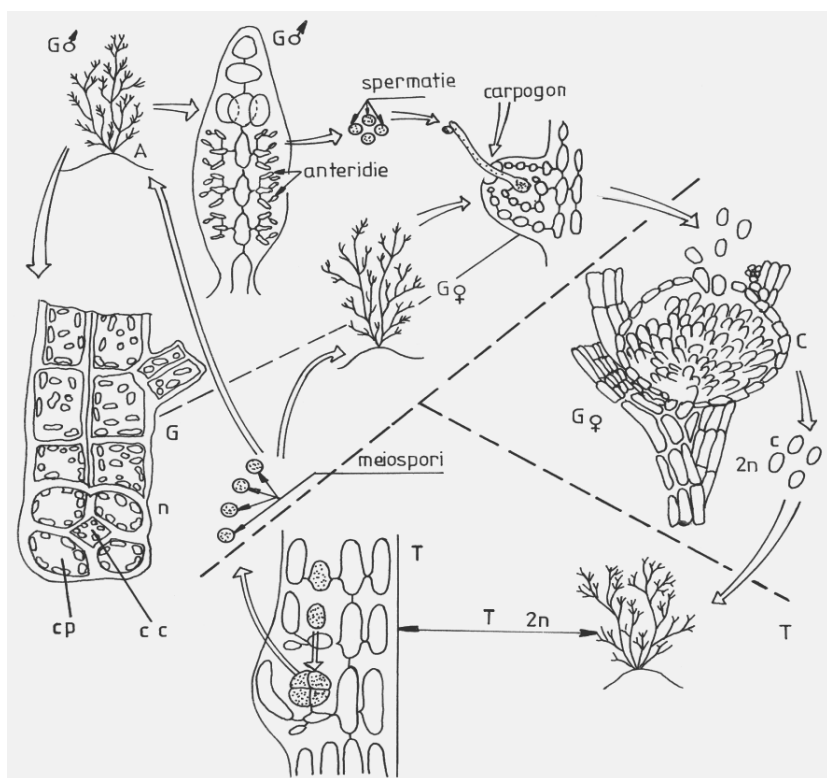


Fig. 51. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Polysiphonia*:
G. gametofit (cc. celulă centrală; cp. celule pericentrale); G♂. gametofit bărbătesc;
G♀. gametofit femeiesc; C. carposporofit; c. carpospori; T. tetrasporofit.

La *Polysiphonia*, carposporofitul (gonimoblastul) se formează prin diviziunea celulei auxiliare în care a fost transferat nucleul zigotului (2n). După fecundație, trichoginul degenerează, iar o celulă este tăiată din vârful celulei de susținere a carpogonului. Aceasta devine celulă auxiliară în care migrează nucleul zigotului (2n) format. Nucleul haploid din celula auxiliară degenerează, iar nucleul diploid (zigotic) se divide mitotic și formează **gonimoblastul pluricelular (carposporofitul)**.

Celulele terminale ale gonimoblastului filamentos devin mai mari și se transformă în carposporangi. La maturitate, fiecare carposporange eliberează, printr-o ostiolă, un singur carpospor (2n).

4.4.6. Clasificare

În funcție de caracterele morfologice, moleculare, ultrastructurale și ale înmulțirii, în prezent, algele roșii (**IR**) aparțin regnului **Plantae (IRP)** și sunt grupate în câteva clase, dintre care menționăm clasele **Bangiophyceae (1R)** și **Florideophyceae (2R)**.

Clasa Bangiophyceae

Această clasă (**1R**) cuprinde alge roșii care au tal variat: unicelular, plasmodial, filamentos și parenchimat. Celulele sunt uninucleate și prezintă un cloroplast stelat cu pirenoid mare.

La formele pluricelulare, celulele nu sunt legate între ele prin punți intercitoplasmice. Totuși, există punți intercitoplasmice la filamentul stadiului *Conchocelis* care se formează în dezvoltarea ontogenetică a unor alge roșii din genul *Porphyra*. De asemenea, stadiul filamentos *Conchocelis* are creștere apicală, precum algele **Florideophyceae** (Scagel și colab., 1984).

Înmulțirea vegetativă se realizează prin diviziune celulară și este caracteristică bangioficeelor unicelulare. Înmulțirea asexuată se realizează prin monospori și este specifică algelor roșii pluricelulare.

Înmulțirea sexuată se întâlnește doar la câteva specii. La acestea se formează spermatii prin diviziunea repetată a celulelor vegetative. Carpogoaanele provin din celule vegetative transformate și nu prezintă trichogin (Péterfi și Ionescu, 1977).

În această clasă (**1R**) sunt rodofite, precum **Bangiales**, **Porphyridiales** și **Goniotrichales**.

Ordinul Bangiales

În ordinul **Bangiales (11R)** sunt bangioficee care au talul filamentos sau lamelar. Înmulțirea asexuată se realizează prin **spori** (monospori, polispori), iar înmulțirea sexuată prin **carpogamie**. Ciclul de dezvoltare este monogenetic sau digenetic, cu generații (gametofit și sporofit) heteromorfe.

La *Bangia* (**111R**), talul este filamentos și erect (Fig. 45). Specia tip a genului este *Bangia atropurpurea* (**1111R**) care se găsește în ape dulci. În acest gen sunt incluse specii marine, precum *Bangia fuscopurpurea* (**1112R**).

La *Porphyra* (**112R**), talul este foliaceu, monostromatic (cu un singur strat de celule), roșu-violaceu, de dimensiuni mari. Uneori, talul ajunge la peste 1 m lungime (Péterfi și Ionescu, 1977). În ciclul de dezvoltare se formează stadiul *Conchocelis* (Fig. 47).

Speciile de *Porphyra* (Fig. 45 și 47) sunt marine, sunt comestibile și sunt frecvent cultivate. O specie comună din acest gen este *Porphyra leucosticta* (**1121R**). Specia tip a genului este *Porphyra purpurea* (**1122R**).

Clasa Florideophyceae

Această clasă cuprinde alge roșii evolute care au structură complexă: filamentoasă, pseudoparenchimatoasă și parenchimatoasă. Clasa **Florideophyceae** include numai rodofite pluricelulare, microscopice și macroscopice. Celulele talului sunt legate între ele prin punți (conexiuni) intercitoplasmice, iar carpogonul este prevăzut cu trichogin.

Ciclul de dezvoltare ontogenetică este **digenetic** sau **trigenetic**. Cel mai comun este ciclul de dezvoltare trigenetic, cu o generație haploidă (gametofitul) și două generații diploide (carposporofitul și tetrasporofitul).

Majoritatea rodofitelor din această clasă sunt marine; circa 100 de specii sunt dulcicole (Raven și colab., 1992).

Clasificarea algelor roșii **Florideophyceae** se bazează pe prezența sau absența **gonoforului** și pe modul de dezvoltare a **gonimoblastului**, cu sau fără ajutorul unor celule auxiliare. Gonoforul este o ramură pluricelulară care susține carpogonul.

În această clasă (**2R**), sunt incluse mai multe ordine, precum **Nemaliales**, **Batrachospermales**, **Gelidiales**, **Gigartinales**, **Cryptonemiales**, **Ceramiales**, **Corallinales** etc.

Ordinul Nemaliales

Acest ordin (**21R**) cuprinde florideoficee care au ciclul de dezvoltare digenetic, cu generații izomorfe sau heteromorfe. Carpogonele nu au celule auxiliare veritabile și sunt susținute de **gonofor**.

Gonimoblastul se dezvoltă direct pe carpogonul fecundat. Unele specii formează **cistocarpi** care se dezvoltă la suprafața talului sau în interiorul acestuia.

La *Nemalion* (**211R**), cistocarpul este cufundat în tal și este acoperit de filamente scurte.

Ordinul Batrachospermales

Acest ordin (**22R**) cuprinde rodofite de apă dulce care au formă filamentoasă și sunt uniaxiale (fiecare filament cu o singură celulă apicală)(Lee, 2008). Gonimoblastele se formează, în mod obișnuit, din carpogonul fecundat.

La *Batrachospermum* (**221R**), gametofitul este filamentos, macroscopic și ramificat. Acesta este alcătuit din celule cilindrice mari, prozenchimatice, dispuse cap la cap, care formează filamentul axial. Pe traiectul filamentului axial există ramificații laterale, caracteristice, denumite **pleuridii**, pe care se formează carpogone și spermatangii. La unele specii de *Batrachospermum*, filamentul axial este acoperit de un cortex care se

formează prin împletirea filamentelor dezvoltate din celule bazale ale ramificațiilor laterale. Specia tip a genului este *Batrachospermum gelatinosum* (syn. *Batrachospermum moniliforme*) (**2211R**), la care filamentul axial nu este acoperit de cortex (Fig. 49 și 50).

Speciile de *Batrachospermum* (**221R**) se întâlnesc în ape dulci, limpezi și lin curgătoare (Péterfi și Ionescu, 1977).

Ordinul Gelidiales

Acest ordin (**23R**) cuprinde alge roșii marine, mari, care au talul filamentos sau aplatizat (foliaceu), penat ramificat. Din punct de vedere structural, talul prezintă un filament axial (central) alcătuit din celule mai mari, care este acoperit de un cortex format din celule mici și asimilatoare.

La aceste rodofite, carpogonul nu prezintă gonofor, iar dezvoltarea gonimoblastului se face fără celule auxiliare. Algele roșii gelidiale formează **cistocarpi** situați în interiorul talului și care sunt prevăzuți cu orificii (1 sau 2) prin care ies carposporii (2n). Ciclul de dezvoltare este **trigenetic** (Péterfi și Ionescu, 1977). Tetrasporofitul și gametofitul sunt macroscopici, deși nu sunt similari morfologic (Lee, 2008).

În acest ordin sunt grupate specii **autotrofe** și specii **parazite**. Speciiile genului *Gelidium* sunt autotrofe, marine și servesc la obținerea agarului. Pe alge roșii *Gelidium* (**231R**) se găsesc alge roșii mici, incolore, **adelfoparazite** din genul *Gelidiocolax* (**232R**).

Ordinul Gracilariales

În ordinul **Gracilariales** (**24R**) sunt alge marine **agarofite**, care sunt cărnoase și au talul cilindric sau aplatizat, neramificat sau ramificat. Ciclul de dezvoltare este **trigenetic**; gametofitul și tetrasporofitul sunt asemănători morfologic, iar carposporofitul este microscopic.

Gracilaria (**241R**) este principalul gen al familiei, cuprinde 285 de specii și produce mai mult de jumătate din producția de agar a lumii (Lee, 2008). La *Gracilaria*, talul este cilindric sau lamelar și divers ramificat (dicotomic, neregulat). Pe algele roșii din genul *Gracilaria* se întâlnesc specii **adelfoparazite**, precum *Gracilariophyla deformans* (*Gracilariocolax deformans*) (Péterfi și Ionescu, 1977; **2411R**).

Ordinul Corallinales

În ordinul Corallinales (**25R**) sunt 600 de specii de alge roșii care au talul mineralizat (calcifiat), format din depozitarea de CaCO_3 în pereții celulari. Ciclul de dezvoltare ontogenetică este trigenetic. Carpogonanele și spermatangiile se dezvoltă în conceptacule (cavități care se deschid la suprafața talului) care se deschid printr-un por sau mai mulți pori (Lee, 2008). Dintre genurile acestui ordin menționăm *Corallina* (**251R**) și *Lithothamnion* (**252R**).

La *Corallina* (Fig. 52), talul este ramificat, este mic (2 – 12 cm), este articulat și are conceptacule terminale pedunculate (Péterfi și Ionescu, 1977). O specie marină comună din acest gen este *Corallina officinalis* (**2511R**).

Ordinul Ceramiales

În ordinul **Ceramiales (26R)** sunt cele mai multe specii de rodofite (2689 de specii), ceea ce reprezintă 1/3 dintre speciile descrise.

Algele roșii **Ceramiales** au ramură carpogonială și celule auxiliare care apar după fecundare. De asemenea, toate genurile acestui ordin au **procarp**. Cistocarpii se formează la suprafața talului sau în acesta și sunt acoperiți sau nu de o membrană proprie. Talul algelor roșii ceramiale are formă diferită (filamentoasă, lamelară, cilindrică).



Fig. 52. Tal de *Corallina officinalis* (pe piatră).

La aceste rodofite, ciclul de dezvoltare este trigenetic, iar gametofitul este asemănător tetrasporofitului. Dintre genurile caracteristice menționăm *Ceramium*, *Polysiphonia*, *Delesseria* și *Callithamnion*.

La *Ceramium (261R)*, talul este filamentos, articulat, hialin, ramificat pseudodicotomic și are terminații caracteristice sub formă de clește (Fig. 53). Pe traiectul talului se observă un cortex pigmentat care acoperă în întregime filamentul sau numai parțial, la nivelul articulațiilor. Procarpul este terminal, iar cistocarpii nu au membrană proprie.

Specia tip a genului *Ceramium* este *Ceramium virgatum* (syn. *Ceramium rubrum*) (Fig. 53), la care cortexul pigmentat în roșu acoperă numai articulațiile talului filamentos (**2611R**). Pe traiectul talului alternează porțiuni albe și porțiuni roșii. Această specie este comună, în Marea Neagră.



Fig. 53. Tal filamentos de *Ceramium virgatum*.

La *Polysiphonia* (**262R**), talul este filamentos, articulat și bogat ramificat. Fiecare segment matur este alcătuit dintr-o celulă centrală înconjurată de un număr de celule (4 – 6) pericentrale (Fig. 51). Creșterea talului este apicală. Talul se fixează de substrat cu o talpă discoidală sau prin formațiuni rizoidale. Specia tip a genului este *Polysiphonia urceolata* (**2621R**).

La *Delesseria* (**263R**), talul este lamelar, foliaceu, de culoare roșie și este diferențiat morfologic în rizoid, cauloid și filoid. Filoidul este subțire, este lățit și prezintă o nervură mediană. La speciile de *Delesseria*, cistocarpul are membrană proprie și este semisferic (Péterfi și Ionescu, 1977). Specia tip a genului este *Delesseria sanguinea* (**2631R**).

4.4.7. Mediul de viață

Algele roșii sunt predominant marine. Genul *Porphyridium* cuprinde alge (Fig. 45) tericole care formează colonii. *P. purpureum* formează colonii roșii pe soluri sărăturoase sau în ape salmastre. În ape dulci se întâlnesc celule de *Chrootheca* (Fig. 45) care formează colonii colorate în galben – portocaliu (Péterfi și Ionescu, 1977).

Rodofitele marine sunt cele mai răspândite, dintre toate algele macroscopice. Ele au atins cea mai mare diversitate, ca formă și culoare.

Deși multe specii de alge roșii se dezvoltă în apele marine tropicale, anumite specii se întâlnesc în mările reci. Unele specii de rodofite, precum *Porphyra* și *Gloiopeltis*,

apar în **zonele mareelor**. Alte rodofite se dezvoltă în ape marine tropicale, la adâncimi de peste 120 m.

Culoarea rodofitelor marine este diferită (verde, roșu-purpuriu, maro etc.), în funcție de proporția relativă a diferiților pigmenți prezenți și de intensitatea luminii, în raport cu distribuția verticală în stratul de apă. Rodofitele care se dezvoltă la adâncimi mari au, în general, culoare roz-roșie, deoarece **ficoeritrina** maschează clorofila. Algele roșii dulcicole sunt verzi, albastre sau uneori maronii spre negru (Scagel și colab., 1984).

În zona mareelor, ficoeritrina din celulele rodofitelor este mascată de clorofile și de alți pigmenți accesorii.

4.4.8. Importanță

Algele roșii sunt producători primari importanți ai ecosistemelor acvatice în care cresc. Acestea oferă, direct sau indirect, o sursă de hrană pentru animalele marine. Celulele reproducătoare ale algelor roșii contribuie la formarea **fitoplanctonului** (Scagel și colab., 1984).

Algele roșii sunt utilizate de oameni în scop industrial și ca sursă de hrană. *Rhodymenia palmata* este utilizată în scop alimentară, fiind folosită la prepararea macaroanelor japoneze, bomboanelor, în supe, sosuri etc.

Rodofitele prezintă importanță industrială deosebită, deoarece sunt o sursă importantă de **ficocoloizi**, precum funoranul, caragenul și agarul (Scagel și colab., 1984).

Cel mai valoros produs obținut din algele roșii este **agarul**. Acesta este folosit în microbiologie, pentru prepararea mediilor de cultură. De asemenea, agarul este folosit ca agent terapeutic în tulburările intestinale și ca material pentru amprente dentare etc. (Scagel și colab., 1984).

Funoranul se obține din algele roșii ale genului *Gloiopeltis* și este folosit la prepararea unor acvarele apoase, ca adeziv în coafură și ca substituent al amidonului în apretarea rufelor (Scagel și colab., 1984).

Caragenul este un extract mucilaginos obținut din alge roșii ale genurilor *Chondrus* și *Eucheuma*. Acesta este folosit în industria alimentară ca agent de îngroșare a ciocolatei, brânzei, budincii și jeleurilor. De asemenea, este folosit la prepararea acvarelelor apoase și în cosmetică (Scagel și colab., 1984).

4.4.9. Origine și evoluție

Deși unele rodofite au reprezentanți fosili, originea acestui grup, ca întreg, este obscură. Algele roșii **Corallinaceae** sunt un grup vechi, cu fosile posibile cunoscute din **Precambrian**, cu mai mult de 700 de milioane de ani în urmă (Raven și colab., 1992).

Din **Cretacic** și mai ales din **Terțiar**, se pot recunoaște genuri precum *Lithothamnion* și *Lithophyllum* (Scagel și colab. 1984).

Ipoteze privind originea și evoluția algelor roșii se bazează pe studiul caracterelor morfologice, structurale, biochimice etc. ale reprezentanților actuali.

Unii autori susțin originea algelor roșii din strămoși necunoscuți, probabil necalcificați, din **Precambrian**.

Se consideră că algele roșii și cianobacteriile (algele albastre-verzi) sunt strâns înrudite, datorită caracterelor biochimice și ultrastructurale asemănătoare, pe care le prezintă. Acestea se referă la asemănările în ceea ce privește prezența pigmentilor ficobilinici, a substanțelor (amidon de cianoficee, amidon de floridee) de rezervă depozitate, a tilacoizilor dispersați și a absenței celulelor mobile în dezvoltarea ontogenetică (Scagel și colab., 1984).

Celulele rodofitelor prezintă și caracteristici distinctivă față de celulele cianobacteriilor (cianofitelor). Astfel, celulele algelor roșii au materialul genetic organizat într-un nucleu, în timp ce la cianobacterii este prezent într-un nucleoid. Altă deosebire constă în prezența unor organite celulare în algele roșii și absența acestora la cianobacterii.

Se consideră că algele roșii au apărut dintr-un organism neflagelat, nucleat, după apariția cianobacteriilor (algelor albastre-verzi). Absența centriolilor în orice stadiu al algelor roșii este o dovadă împotriva originii lor dintr-un strămoș flagelat (Scagel și colab., 1984).

Asemănările în ceea ce privește reproducerea sexuată la unele alge roșii florideoficee cu cea de la unele ascomicete sugerează că ciupercile s-au putut desprinde dintr-un prototip de algă roșie. Astfel, ascogonul de la ciupercile ascomicete este asemănător cu carpogonul de la rodofite. Această ipoteză privind originea ciupercilor ascomicete din algele roșii are puțini susținători (Scagel și colab., 1984).

În ceea ce privește evoluția algelor roșii, se consideră că reprezentanții celor două clase (**Bangiophyceae** și **Florideophyceae**) sunt înrudiți din punct de vedere biochimic și ultrastructural, deși sunt diferiți din punct de vedere morfologic. Asemănările dintre cele două clase de rodofite se bazează pe prezența acelorași pigmenți asimilatori și produși de rezervă. Absența înmulțirii sexuate la multe **Bangiophyceae** arată diferența dintre cele două clase (Scagel și colab., 1984).

Se consideră că algele roșii **Bangiophyceae**, cărora le lipsește ciclul sexuat, reprezintă o linie filogenetică închisă (Raven și colab., 1992). Se sugerează că stadiul filamentos *Conchocelis* de la *Porphyra* (clasa **Bangiophyceae**) reprezintă prototipul liniei de alge roșii din care au evoluat algele **Florideophyceae**. Această ipoteză se bazează pe prezența tilacoidului în formă de centură în cloroplastul stadiului *Conchocelis* și absența lui în stadiul foliaceu de la *Porphyra*. De asemenea, stadiul filamentos *Conchocelis* are creștere apicală precum algele roșii **Florideophyceae** (Scagel și colab., 1984).

Linia filamentoasă este cea care s-a dezvoltat cel mai bine la algele roșii. Pe baza caracterelor morfologice ale carpogonului și ale stadiilor de dezvoltare care au loc după fecundație, se consideră că **Nemaliales** este cel mai primitiv ordin de **Florideophyceae**, din care au evoluat toate celelalte ordine (Scagel și colab., 1984).

Se consideră că ciclul de dezvoltare trigenetic de la rodofite a provenit prin modificarea ciclului digenetic cu generații izomorfe. Această modificare s-a realizat prin reținerea și diviziunea mitotică a zigotului (2n) pe gametofitul femeiesc, ceea ce a dus la dezvoltarea carposporofitului diploid. O întârziere a meiozei ar duce la formarea carposporilor diploizi. Acest ciclu de dezvoltare ontogenetică este de tipul *Polysiphonia* (Scagel și colab., 1984).

Se consideră că algele roșii reprezintă o linie evolutivă închisă și nu sunt considerate nod filogenetic.

4.4.10. Bibliografie

- Goff L., Moon D., Nyvall P., Stache B., Mangin K., Zuccarello G., 1996, The evolution of parasitism in the red algae: molecular comparisons of adelphoparasites and their hosts. *J Phycol.* 32:297–312.
- Guiry, M.D., Guiry, G.M., 2016, "*Algaebase*". www.algaebase.org.
- Lee, R.E., 2008, *Phycology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Péterfi, Ș., Ionescu, A., 1977, 1979, *Tratat de algologie*, vol. II, III, Ed. Academiei R.S.România, București.
- Pârvu, M., 2003, *Botanică sistematică I*, Ed.Gloria, Cluj-Napoca.
- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E., 1992, *Biology of Plants*, Worth Publishers, New York, S.U.A.
- Scagel, R.F., Bandoni, R.J., Maze, J.R., Rouse, G.E., Schofield, W.B., Stein, J.R., 1984. *Plants – An Evolutionary Survey*, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California.
- Sheath R.G., 1984, The biology of freshwater red algae, *Progress Phycological Research* 3: 89–157.

Site-ografie

- IRP<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Plantae>
- IR <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=97240>
- 1R <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4362>
- 11R <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4572>
- 111R <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8201>
- 1111R http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=1436
- 1112R http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=13319
- 112R <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8384>
- 1121Rhttp://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=98&sk=0&from=results
- 1122R http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=101
- 2R <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4364>
- 21R <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4612>
- 211R <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8422>
- 22R <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4599>
- 221R <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=7481>
- 2211R http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=32453
- 23R <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4616>
- 231R <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8431>
- 232Rhttp://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=33204&session=abv4:A C1F05FF0a617116AAvuD90D060A
- 24R <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4615>
- 241R http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=14&sk=0
- 2411R http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=71696
- 25R <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4621>

251R <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8592>
 2511R http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=107
 252R <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8590>
 26R <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4617>
 261R <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8803>
 2611R http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=1468
 262R <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8028>
 2621R http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=12875
 263R <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8812>
 2631R http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=13

4.5. Încrângătura Euglenophyta

În încrângătura **Euglenophyta** (gr. eu = bun, adevărat; glene = scobitură; phyton = plantă) sunt cuprinse circa 1482 de specii de alge protiste grupate în numeroase genuri (**IE**). Euglenofitele prezintă caractere de alge, dar și de protozoare (Scagel și colab., 1984).

În literatura recentă, euglenofitele aparțin încrângăturii **Euglenozoa** (**IE**), din regnul **Protozoa** (**IRPr**).

4.5.1. Morfologia talului

Majoritatea euglenofitelor au tal unicelular monadal și prezintă unul sau doi flageli (Fig. 54). Alte euglenofite sunt lipsite de flageli (Péterfi și Ionescu, 1979).

Forma celulelor este stabilă sau variabilă, în funcție de rigiditatea periplastului.

Celula euglenofitelor este acoperită cu periplast (peliculă proteică), care poate fi flexibil sau rigid. La unele specii, există un înveliș special numit **lorică** (Péterfi și Ionescu, 1979).

Protoplastul conține organite celulare specifice eucariotelor. Cloroplastele euglenofitelor conțin pigmenți asimilatori, precum **clorofilă a**, **clorofilă b**, **β-caroten** și **xantofile** (**diadinoxantină** și **luteină**). În celulă, se găsesc una sau mai multe cloroplaste. Forma cloroplastelor este diferită (discoidală, alungită, plată, de panglică). Cloroplastele euglenoidelor sunt acoperite de două membrane ale învelișului cloroplastului și o membrană a reticulului endoplasmic al cloroplastului (Lee, 2008). În general, în cloroplast, tilacoizii sunt aranjați în grupe de 3, cu două benzi tilacoidale care traversează pirenooidul (Lee, 2008). La unele specii, sunt prezenți și pirenoizi, iar poziția lor caracterizează anumite tipuri de cloroplaste (Scagel și colab., 1984).

Celula euglenofitelor conține un singur nucleu mare, localizat central, de tip mezocariot. Nucleul este alcătuit din membrană nucleară, nucleoplasmă, fibre de cromatină și un singur nucleol denumit **endozom**. Cromozomii sunt condensați în timpul interfazei, iar nucleolul și membrana nucleară sunt prezenți în timpul diviziunii (Scagel și colab., 1984; Lee, 2008).

În partea anterioară a celulei există un canal îngust și rigid din care pornesc flagelii. Canalul se deschide într-un rezervor mare, care-și poate schimba forma, la suprafața căruia sunt inserați flagelii. Rigiditatea canalului flagelar este determinată de microtubuli care sunt așezați helicoidal. În rezervor, se goleşte conținutul vacuolelor

contractile. Lângă rezervor există o stigmă mare, care este întotdeauna extraplastidială (Fig. 54).

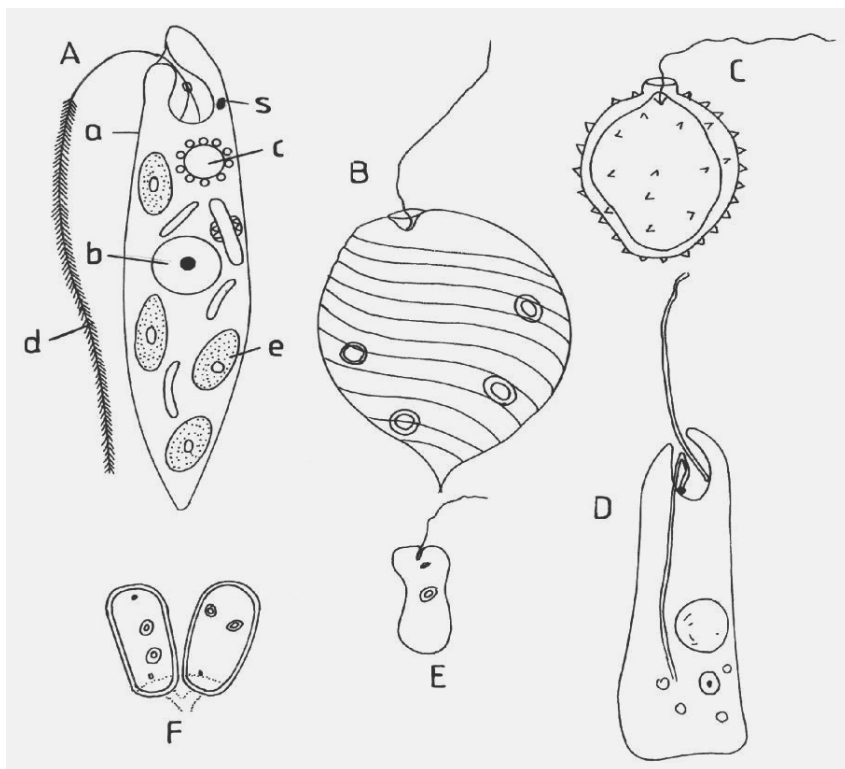


Fig. 54. Morfologia și structura talului la Euglenophyta:

- A. *Euglena*: a. periplast; b. nucleu; c. vacuolă pulsatilă; d. flagel; e. cloroplast; s. stigmă;
 B. *Phacus*; C. *Trachelomonas*; D. *Peranema*; E. stadiul mobil la *Colacium*;
 F. stadiul fixat cu matrice la *Colacium* (după Pop și colab., 1983, cu completări).

4.5.2. Structură celulară

De obicei, flagelii celulari sunt în număr de doi, dintre care cel puțin unul are peri laterali. La multe euglenofite, dintre cei doi flageli numai unul este emergent din canal (Scagel și colab., 1984).

4.5.3. Nutriție

În ceea ce privește nutriția, euglenofitele sunt autotrofe, mixotrofe și heterotrofe. Aproximativ 1/3 dintre euglenofite sunt fotosintetice. Produsul de asimilație caracteristic este **paramilonul** sau **crizolaminarină** (Lee, 2008). Acesta se depozitează întotdeauna

extraplastidial, în citoplasmă; uneori, paramilonul este asociat cu pirenoidul. Forma și poziția produsului de asimilație sunt constante și reprezintă caractere taxonomice importante.

Multe euglenofite sunt incolore și sunt heterotrofe obligate. Puține euglenofite sunt fagotrofe și îngerează particule din mediu (Scagel și colab., 1984).

4.5.4. Înmulțire

Înmulțirea euglenofitelor se realizează numai pe cale vegetativă, prin diviziunea longitudinală a celulei. Această înmulțire se produce numai la stadiul mobil al celulei.

În timpul diviziunii, nucleul migrează în partea anterioară a celulei. În acest timp, stigma, cloroplastele și alte organite citoplasmice, inclusiv rezervorul și canalul flagelar, se pot divide. După replicarea completă a organitelor, apare clivajul prin invaginarea periplastului, la partea anterioară a celulei, între deschiderile celor două canale noi. Această linie de clivaj progresează spre partea posterioară, urmând helixul periplastului, până când celulele noi sunt conectate printr-un pod protoplasmatic îngust. Celulele noi pot rămâne atașate, pentru perioade variabile de timp (Scagel și colab., 1984).

În condiții nefavorabile de mediu, celulele euglenofitelor formează pereți groși protectori și se închistează. În stadiul de **chist**, unele celule sunt roșii, pentru că acumulează mari cantități de pigmenți denumiți **hematocrom**. De obicei, chiștii plutesc la suprafața apei. Prin germinarea celulelor închistate se formează o singură celulă mobilă (Scagel și colab., 1984).

Reproducerea sexuată nu este cunoscută cu certitudine, la euglenofite (Dragoș și colab., 1997).

4.5.5. Clasificare

Clasificarea euglenofitelor se bazează pe caracteristicile morfologice, structurale, moleculare etc. Încrengătura **Euglenozoa (syn. Euglenophyta)** aparține regnului **Protozoa** și cuprinde câteva clase precum **Euglenophyceae**, **Peranemea**, **Ploeotarea etc. (IE)**.

Clasa Euglenophyceae

Clasa Euglenophyceae (1E) cuprinde majoritatea euglenofitelor (1145 de specii), care sunt grupate în câteva ordine precum **Euglenales** (cu 981 de specii), **Eutreptiales** (cu 24 de specii).

În ordinul **Euglenales (11E)** sunt euglenofite monadoide, solitare, libere, de culoare verde sau incolore. Celulele prezintă un singur flagel emergent din canalul flagelar sau mai mulți flageli. La aceste euglenofite, periplastul este flexibil sau rigid. Nutriția euglenalelor este fototrofă sau osmotrofă. Genurile caracteristice acestui ordin sunt *Euglena* (**111E**), *Colacium* (**112E**) și *Phacus* (**113E**).

La *Euglena* (**111E**), celulele sunt mobile, verzi și sunt acoperite cu periplast flexibil. Celulele prezintă doi flageli, dintre care numai unul este emergent din canalul flagelar și este plumos. În citoplasma celulei se găsesc nucleu, stigmă, vacuole, cloroplaste, care prezintă pirenoid sau la care nu există acesta (Fig. 54, 55 și 56).

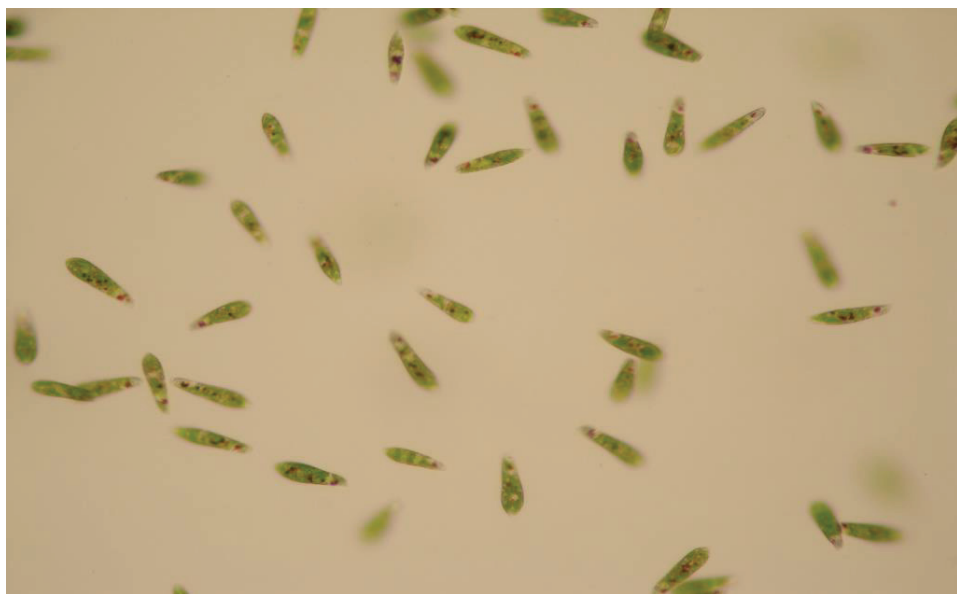


Fig. 55. Celule de *Euglena* (imagine la microscop optic).



Fig. 56. Celule de *Euglena* (a) și celulă de *Phacus* (b) (imagine la microscop optic).

Specia tipică a acestui gen este *Euglena viridis* (gr. eu = adevărat; glene = scobitură; viridis = verde) (**1111E**), un flagelat de apă dulce care trăiește liber. Unele specii de *Euglena* acumulează hematocrom care le colorează în roșu.

La *Phacus*, celulele sunt verzi, aplatizate și acoperite cu periplast rigid și striat. Striurile periplastului sunt evidente și sunt orientate longitudinal sau oblic și spiralat. În secțiune transversală, celulele au formă diferită: neregulată, foliacee, lenticulară sau triunghiulară (Péterfi și Ionescu, 1979). Celula de *Phacus* (Fig. 54 și 56) prezintă o prelungire citoplasmatică mai lungă (la *P. longicauda*) sau mai scurtă (la *P. caudatus*). *P. caudatus* este o specie de apă marină și de apă dulce (**1131E**), iar *P. longicauda* este o specie de apă dulce (**1132E**).

Colacium (Fig. 54) (**112E**) cuprinde specii coloniale, fototrofe, alcătuite din celule fără flageli. Celulele coloniei au un stadiu flagelat mobil, asemănător cu o celulă de *Euglena* (Pârnu, 2003).

Celulele coloniei sunt verzi, fototrofe și sunt fixate pe substrat prin intermediul unei secreții mucilaginoase. Prin diviziuni celulare succesive, în stadiul fixat, formează colonii dendroide în care celulele sunt legate prin pedunculi gelatinoși (Péterfi și Ionescu, 1979).

Clasa Peranemea

În clasa **Peranemea** (**2E**) există euglenofite (214 specii), grupate în câteva ordine, dintre care menționăm ordinul *Peranemida* (**21E**), în care se găsește genul *Peranema* (**211E**), care are 26 de specii.

La *Peranema* (Fig. 54) celulele sunt incolore (nu conțin cloroplaste), au doi flageli inegali, heterodinamici, emergenți din canalul flagelar (Péterfi și Ionescu, 1979). Celulele de *Peranema* se hrănesc, în general, cu organisme vii (fagotrof) și osmotrof (particule de hrană) (Lee, 2008).

4.5.6. Mediul de viață

Euglenofitele sunt răspândite în ape dulci, în ape salmastre și mult mai rar în mediul marin. Unele specii sunt **epibionte** și se fixează pe alge, pe rotifere, pe nematode și pe crustacei mici. Alte euglenofite trăiesc ca **endoparaziți** în tubul digestiv al batracienilor, pe branhiile peștilor etc. (Péterfi și Ionescu, 1979).

Deseori, însă, speciile de *Euglena* produc **înflorirea apei**, pe care o colorează în verde sau roșu (Péterfi și Ionescu, 1979).

4.5.7. Origine și evoluție

Euglenofitele nu se cunosc în stare fosilă. Aceste alge prezintă caractere de asemănare cu celelalte protiste. Morfologia nucleului la **Euglenophyta** pare asemănătoare cu cea de la **Dinophyta** și **Cryptophyta** (Scagel și colab., 1984).

Euglenofitele se aseamănă cu clorofitele, datorită clorofilelor a și b. Produsul de depozitare este asemănător cu laminarina. Datorită modului de nutriție, autotrof și mixotrof, se consideră că euglenofitele se aseamănă și cu alte organisme, precum protozoarele (Scagel și colab., 1984).

Toate aceste caractere dovedesc că euglenofitele sunt un grup vechi de alge care au provenit din protiste străvechi.

4.5.8. Bibliografie

Dragoș, N., Péterfi, L.Ș., Momeu, L., Popescu, C., 1997, An Introduction to the Algae and the Culture Collection of Algae at the Institute of Biological Research, Cluj University Press, Cluj-Napoca.

Lee, R.E., 2008, Phycology, Cambridge University Press, Cambridge.

Péterfi, Ș., Ionescu, A., 1977, 1979, Tratat de algologie, vol. II, III, Ed. Academiei R.S.România, București.

Pârvu, M., 2003, Botanică sistematică I, Ed.Gloria, Cluj-Napoca.

Scagel, R.F., Bandoni, R.J., Maze, J.R., Rouse, G.E., Schofield, W.B., Stein, J.R., 1984, Plants – An Evolutionary Survey, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California.

Site-ografie

IRPr <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=86732>

IE <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=117576>

1E http://www.algaebase.org/pub_taxonomy/?id=4340

11E http://www.algaebase.org/pub_taxonomy/?id=4496

111E http://www.algaebase.org/pub_taxonomy/?id=77535

112E http://www.algaebase.org/pub_taxonomy/?id=96678

113E http://www.algaebase.org/pub_taxonomy/?id=77538

1111E http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=30545

1131E http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=30591

1132E http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=30601

2E <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=141988>

21E http://www.algaebase.org/pub_taxonomy/?id=109520

211E http://www.algaebase.org/pub_taxonomy/?id=6774

Regnul Plantae

4.6. Încrengăturile Chlorophyta și Charophyta

În încrengăturile **Chlorophyta** (gr. chloros = verde; phyton = plantă) și **Charophyta** sunt cuprinse **algele verzi (clorofite)** care aparțin subregnului **Viridiplantae**, din regnul **Plantae (IRP)**. Acestea formează un grup mare de alge care au diversitate morfologică și reproductivă. În baza de date, sunt menționate peste 11 000 de specii de alge verzi (**IRP**).

4.6.1. Morfologia talului

Din punct de vedere morfologic, algele verzi sunt relativ simple. Diversitatea morfologică a acestora include următoarele tipuri de **tal**: monadal (unicelular mobil), unicelular imobil, cenobial, colonial, sifonoplast, filamentos și parenchimatic.

4.6.2. Structură celulară

Algele verzi au structură celulară tipică eucariotă. Peretele celular este format din **celuloză** (la interior) și **substanțe pectice** (la exterior). Unele clorofite au peretele celular mineralizat cu CaCO_3 . Protoplastul conține cloroplaste, mitocondrii, aparat Golgi, reticul endoplasmic, ribozomi, nucleu etc.

Cloroplastul este cea mai evidentă parte a celulei. Celulele conțin un singur cloroplast sau mai multe. La algele verzi, cloroplastul poate fi campanulat, stelat, bandiform, reticulat, sub formă de centură etc. Când există numeroase cloroplaste, acestea sunt mici, discoidale și, uneori, interconectate. Cloroplastul prezintă o membrană dublă, stromă, tilacoizi și molecule de ADN. Tilacoizii sunt așezați în benzi; într-o bandă se găsesc 3 – 5 tilacoizi fuzionați (Lee, 2008). Nu există reticul endoplasmic al cloroplastului în jurul cloroplastelor (Lee, 2008).

Cloroplastele algelor verzi conțin, în tilacoizi, pigmenți asimilatori caracteristici precum **clorofilă a** și **clorofilă b**, **β - caroten** și **xantofile** precum **luteina** și **zeaxantina**. Pigmenții asimilatori dau culoarea verde caracteristică celulelor. În interiorul cloroplastului, poate exista pirenoid – structură proteică care are rol în depozitarea produșilor de rezervă la algele verzi. Celulele mobile ale unor alge verzi conțin stigmă, în cloroplast (Scagel și colab., 1984).

Majoritatea celulelor mobile conțin vacuole contractile, care se umplu și se golesc încet și care se găsesc, de obicei, în partea apicală a celulei (Scagel și colab., 1984).

Algele verzi au celulele uninucleate sau plurinucleate. În funcție de stadiul ontogenetic de dezvoltare, nucleul poate fi haploid (n) sau diploid (2n). Din punct de vedere structural, nucleul este alcătuit din membrană nucleară, un nucleol, fibre de cromatină și nucleoplasmă (Péterfi și Ionescu, 1979).

Unele alge verzi **Chlorophyceae** au celule vegetative mobile. La anumite specii, numai celulele reproducătoare (zoosporii și gameții) prezintă flageli egali (2 sau 4 sau mai mulți) inserați apical sau subapical. La algele verzi **Oedogoniales**, zoosporii și gameții sunt stefanoconți. Aceștia au numeroși flageli (32 – 128) egali, dispuși sub formă de coroană și inserați subapical (Fig. 61).

Din punct de vedere structural, **aparatură flagelară** este alcătuită din flagel și corpuscul bazal atașat microtubulilor celulari. Microtubulii formează rădăcini flagelare care au aspect striat și care sunt de două tipuri. Cel mai frecvent tip prezintă patru rădăcini microtubulare aranjate în cruce. La al doilea tip există doar o singură rădăcină microtubulară. Al doilea tip de rădăcină flagelară este caracteristic și gameților bărbătești mobili ai briofitelor și ai plantelor vasculare. Celulele mobile care au rădăcinile microtubulare așezate în cruce sunt simetrice, iar cele care au doar o singură rădăcină sunt asimetrice (Scagel și colab., 1984).

4.6.3. Nutriție

Algele verzi sunt organisme fotoautotrofe. Principalul produs de depozitare al clorofitelor este **amidonul** care este depozitat în cloroplast, în jurul pirenoidului. Amidonul este similar cu cel de la plantele superioare și este format din amiloză și amilopectină (Lee,

2008). La unele alge verzi, amidonul este atât de abundent, încât forma cloroplastului devine neclară (Scagel și colab., 1984).

La algele verzi, s-au evidențiat și alți produși de rezervă: **glicerol** (la *Dunaliella*), **manitol** (la *Cladophora*), **steroli** (sitosterol, fucosterol, ergosterol) și **vitamine** precum vitamina B₁₂, biotina și tiamina (Péterfi și Ionescu, 1979).

4.6.4. Înmulțire

Algele verzi prezintă diferite tipuri de înmulțire: **vegetativă, asexuată și sexuată**.

Înmulțirea vegetativă se realizează prin: diviziunea celulelor, fragmentarea talului (filamentos sau parenchimatic), propagule și bulbili.

Diviziunea celulelor se produce prin formarea unui perete celular drept sau oblic care împarte conținutul celular în două părți egale. Modalitatea de formare a peretelui celular diferă la algele verzi.

La unele specii, peretele celular se formează centripet, dinspre exteriorul celulei spre interiorul citoplasmei. La alte clorofite, formarea peretelui celular, în timpul diviziunii, începe din centrul celulei și înaintază centrifug spre exteriorul protoplastului. Acest mod de formare a peretelui celular seamănă superficial, cu cel de la briofite (mușchi) și plantele vasculare, dar se deosebește prin detaliile ultrastructurale. Modul de formare a peretelui celular este un indicator al relațiilor filogenetice care există între algele verzi și embriofite (Scagel și colab., 1984).

Înmulțirea vegetativă se poate produce și prin fragmentarea talului filamentos (la *Ulothrix*, *Oedogonium*) sau prin detașarea de fragmente din talul parenchimatic (la *Ulva*). **Propagulele** sunt fragmente detașabile ale talului care regenerează alți indivizi. Acestea sunt caracteristice speciilor genului *Codium*. **Bulbilia** au forme diferite (stelate, ovale etc.) și se formează prin depozitarea unor substanțe de rezervă în partea dilatată a rizoidului sau la baza cauloidului. Aceștia au rol în înmulțirea vegetativă a algelor verzi din ordinul **Charales** (Fig. 95).

Înmulțirea asexuată se realizează prin **zoospori** și **aplanospori**. În funcție de numărul de flageli, zoosporii sunt biflagelați, tetraflagelați sau stefanoconți.

Aplanosporii sunt spori imobili și sunt caracteristici anumitor alge verzi. La algele verzi **Chlorococcales**, într-o celulă se formează mai mulți aplanospori care sunt eliberați prin ruperea sau gelificarea peretelui celular.

Înmulțirea sexuată se realizează prin izogamie, anizogamie și oogamie. La algele verzi **Coleochaetaceae** și **Characeae** se întâlnește o oogamie superioară. La acestea, gameții se formează în gametangii (anteridie și oogon).

Un tip special de înmulțire sexuată este **conjugarea** (somatogamia, cistogamia). Aceasta constă în fuzionarea conținutului a două celule vegetative, care aparțin aceleiași tal sau la taluri diferite, prin intermediul unui tub de conjugare.

4.6.5. Dezvoltare ontogenetică

Algele verzi se deosebesc între ele, în ceea ce privește caracteristicile ciclului de dezvoltare ontogenetică. Aceste alge sunt monoice și dioice.

În funcție de raportul dintre cele două generații (gametofit și sporofit), se disting următoarele tipuri ale ciclului de dezvoltare ontogenetică: monogenetic haplobiont, digenetic cu generații izomorfe sau heteromorfe și monogenetic diplobiont (Fig. 17).

Cea mai mare parte a algelor verzi sunt haplobionte. La acestea, faza haploidă este dominantă, iar stadiul diploid este reprezentat de zigot.

Alte alge verzi (*Ulva*, *Cladophora*) au ciclul de dezvoltare haplodiplobiont, cu două generații izomorfe și gametofit heterotalic. Anumite clorofite au ciclul de dezvoltare haplodiplobiont, cu generații heteromorfe și gametofit heterotalic. Un astfel de ciclu de dezvoltare se întâlnește la speciile genului *Derbesia*. La aceste specii, gametofitul este cunoscut sub numele de *Halicystis* (Fig. 79).

4.6.6. Clasificare

Pe baza caracterelor morfologice, fiziologice, biochimice, genetice, moleculare, ultrastructurale, ale ciclului biologic etc., algele verzi **Chlorophyta (1Chl)** sunt grupate în mai multe clase, precum **Chlorophyceae**, **Ulvophyceae**, **Prasinophyceae** și **Trebouxiophyceae**. Unii autori (Sitte și colab., 1998) diferențiază mai multe clase de alge verzi.

Clasa Chlorophyceae

În clasa **Chlorophyceae (1Chl)** sunt alge verzi care au talul variat (unicelular, cenobial, colonial, filamentos și parenchimatic) și care sunt grupate în mai multe ordine, precum **Chlamydomonadales (Volvocales)**, **Chaetophorales**, **Oedogoniales** etc.

Ordinul Chlamydomonadales

În ordinul **Chlamydomonadales (11Chl)**, cunoscut și sub denumirea **Volvocales**, sunt alge verzi unicelulare și coloniale, care au celulele vegetative flagelate. Înmulțirea vegetativă se realizează prin fragmentarea celulei, iar înmulțirea sexuată prin gametogamie (izogamie, anizogamie și oogamie). Ciclul de dezvoltare este monogenetic haplofazic.

Pentru acest ordin, este caracteristic *Chlamydomonas* (Fig. 57 și 58) care poate fi considerat reprezentantul primar din care au putut evolua majoritatea algelor verzi **Chlorophyceae**.

La *Chlamydomonas (111Chl)*, celulele vegetative prezintă la suprafață perete celular și doi flageli egali inserați pe un rostru, în partea anterioară. Cloroplastul are formă de clopot și conține în interior stigmă și pirenoid străbătut de tilacoizi. La baza flagelilor se găsesc două vacuole contractile, iar în centrul protoplastului este nucleul (n).

Înmulțirea vegetativă se realizează prin diviziunea protoplastului și formarea de celule (4-16) biflagelate, similare morfologic cu celula parentală. Înmulțirea sexuată se realizează prin gametogamie (Fig. 58).

Celulele vegetative de *Chlamydomonas* funcționează ca și gametangii, care formează mai mulți (4 – 32) gameți biflagelați prin diviziune. După eliberare din celulă, gameții fuzionează câte doi și formează zigotul. Zigotul secretă un perete celulozic și

devine zigospor (zigot dormant) care poate supraviețui în condiții nefavorabile de mediu (temperatură, umiditate).

În condiții favorabile de mediu, zigotul germinază și formează câte 4 zoospori biflagelați care sunt eliberați din celulă. Fiecare zoospor crește și formează o celulă vegetativă tipică (Fig. 58).

La *Dunaliella* (112Chl), celulele sunt biflagelate și sunt acoperite cu periplast. În jumătatea anterioară a celulei se găsește nucleul, iar în partea posterioară cloroplastul, în formă de cupă, care conține pirenoid. La unele specii, celula conține hematocrom și stigmă. Pentru prima dată, genul *Dunaliella* a fost descris de către E. Teodorescu, care a descoperit specia *Dunaliella salina* (1121Chl), în lacurile sărate, litorale, din Dobrogea (Pop și colab., 1983). Această specie este specie tip pentru genul *Dunaliella*.

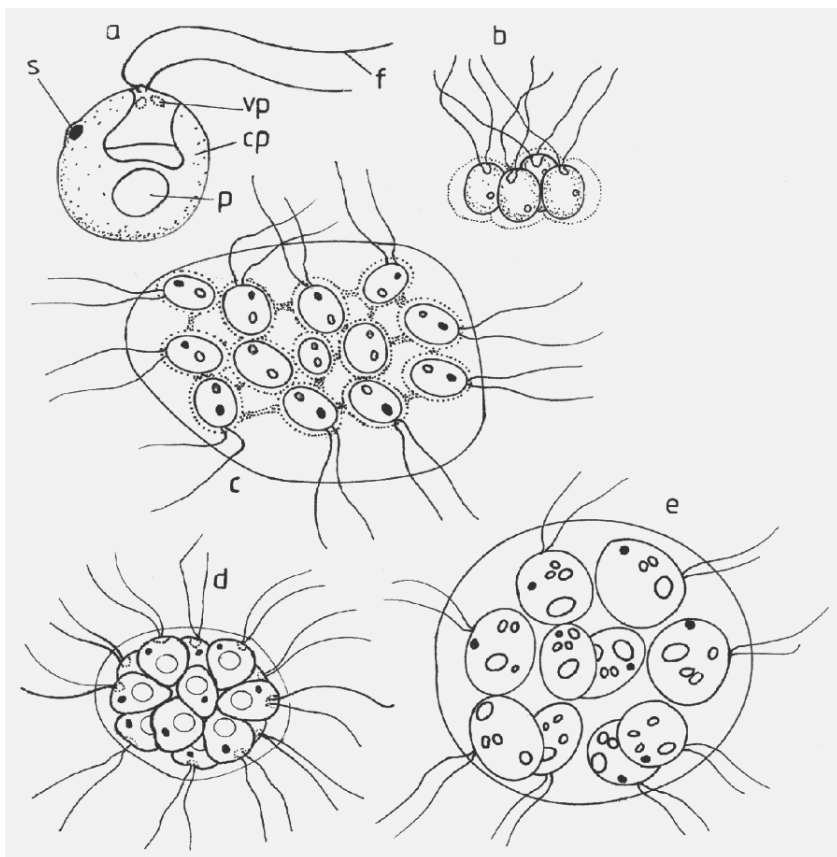


Fig. 57. Morfologia și structura talului la Volvocales:

a. *Chlamydomonas*: cp. cloroplast; f. flagel; p. pirenoid; s. stigmă; vp. vacuolă pulsatilă; b și c. *Gonium*; d. *Pandorina*; e. *Eudorina*.

Volvocalele coloniale sunt alcătuite din celule asemănătoare cu celula vegetativă de *Chlamydomonas*. Celulele coloniei sunt legate între ele prin plasmodesme (punți citoplasmice) sau sunt menținute printr-o masă gelatinoasă.

La *Gonium* (113Chl), coloniile sunt alcătuite din celule (4 – 16) dispuse într-un singur plan. La *Eudorina* (114Chl) coloniile sunt elipsoidale, iar la *Pandorina* (115Chl) sunt disciforme (Fig. 57). La *Gonium*, *Pandorina* și *Eudorina*, toate celulele coloniei au rol în înmulțire. Astfel, fiecare celulă poate produce, prin diviziune, colonii identice cu colonia parentală (Fig. 57). La *Gonium* și *Pandorina*, înmulțirea sexuată se realizează prin izogamie, iar la *Eudorina* prin oogamie.

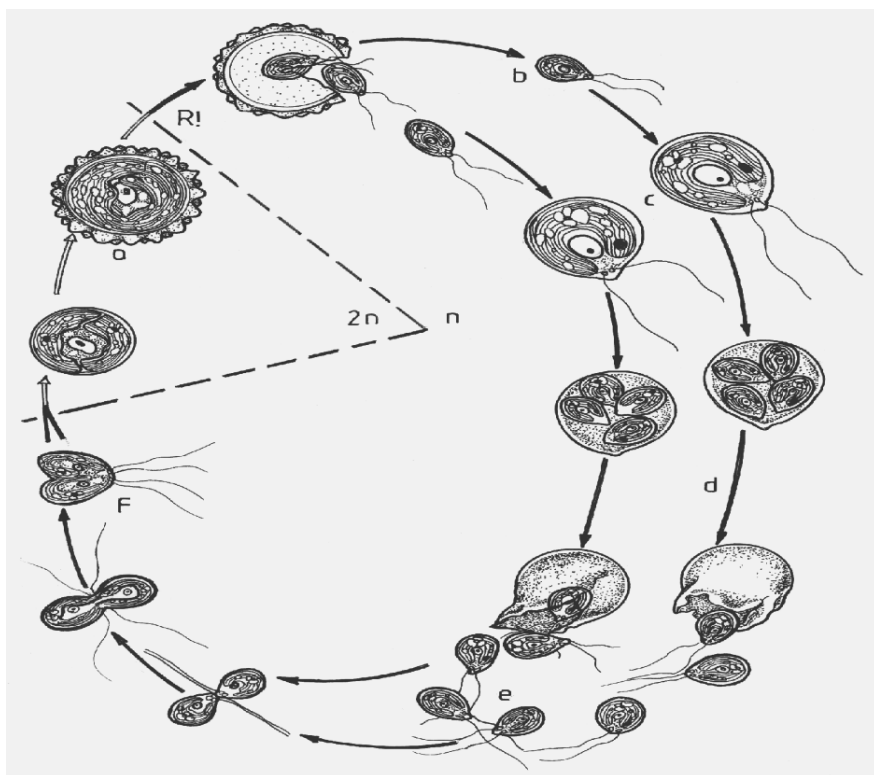


Fig. 58. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Chlamydomonas*:
a. zigot; b. zoospori; c. celulă vegetativă; d și e. formarea gameților; F. fecundație;
R!. diviziune reducțională (meiotică)(după Raven și coab., 1992).

Coloniile de *Volvox* (116Chl) au formă sferică (0,5 – 2 mm) și sunt alcătuite din numeroase celule (500 – 50 000) asemănătoare morfologic și structural cu cele de *Chlamydomonas*. Celulele sunt așezate la suprafața coloniei și sunt legate între ele prin **plasmodesme**. La suprafața coloniei și în interior se găsește masa (matricea) gelatinoasă.

Dintre celulele coloniei, doar câteva celule mai mari realizează înmulțirea vegetativă. Astfel, celulele se divid și formează colonii mici care au flagelii celulari la exterior (Scagel și colab., 1984).

La *Volvox*, înmulțirea sexuată se realizează prin **oogamie**. Ambii gameți (oosfera și anterozoidul) pot fi produși de aceeași colonie (la speciile monoice) sau de două colonii diferite (la speciile dioice). Unele specii de *Volvox* produc substanțe inductoare care determină formarea de gameți și/sau diferențierea acestora.

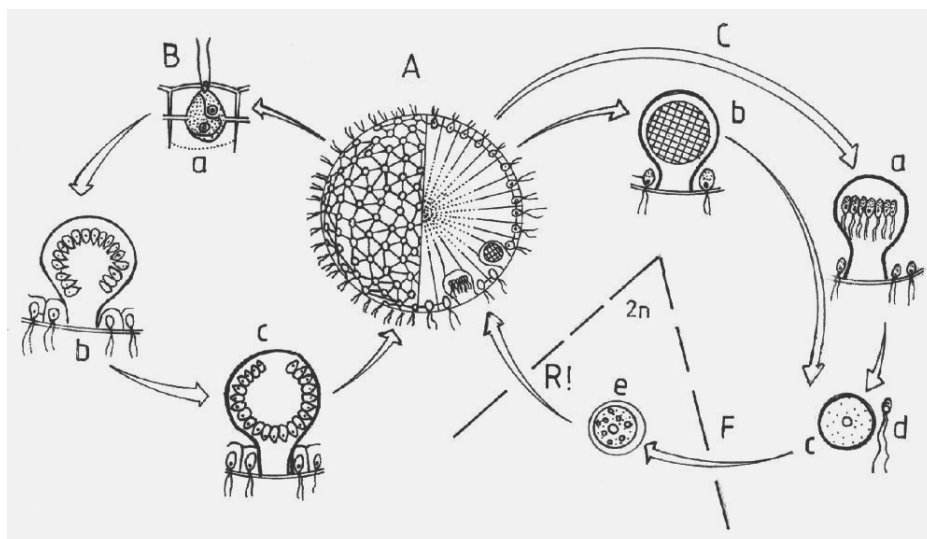


Fig. 59. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Volvox*:

- a. colonie de *Volvox*; B. formarea coloniilor (a, b și c) fiice pe cale vegetativă;
- C. înmulțirea sexuată prin oogamie: a. anteridie; b și c. oosferă; d. anterozoid;
- e. zigot; F. fecundație; R!. diviziune reducțională (după Pop și coab., 1983).

Formarea zigotului de *Volvox* și germinația acestuia sunt similare cu cele descrise la *Chlamydomonas*. Zigotul se divide și produce patru meiospori biflagelați, dintre care numai unul singur este viabil. Meiosporul însoțește o scurtă perioadă de timp, după care se divide și produce o nouă colonie (Fig. 59, 60 și 61). Specia tip pentru genul *Volvox* este *Volvox globator* (1161Chl).

În general, algele **Volvocales** sunt dulcicole. În ape dulci se întâlnesc specii de *Chlamydomonas* (111Chl), *Gonium pectorale* (1131Chl), *Eudorina elegans* (1141Chl), *Pandorina morum* (1151Chl) și *Volvox globator* (1161Chl). (Pop și colab., 1983).

La *Chlorococcum* (117Chl), celulele sunt disciforme și conțin un cloroplast parietal, în formă de cupă, prevăzut cu pirenoid. O specie comună din acest gen este *Chlorococcum infusionum* (1171Chl) (syn. *Chlorococcum humicola*), care se întâlnește în natură, în locuri umede (pe sol, pe ziduri, scoarța copacilor).

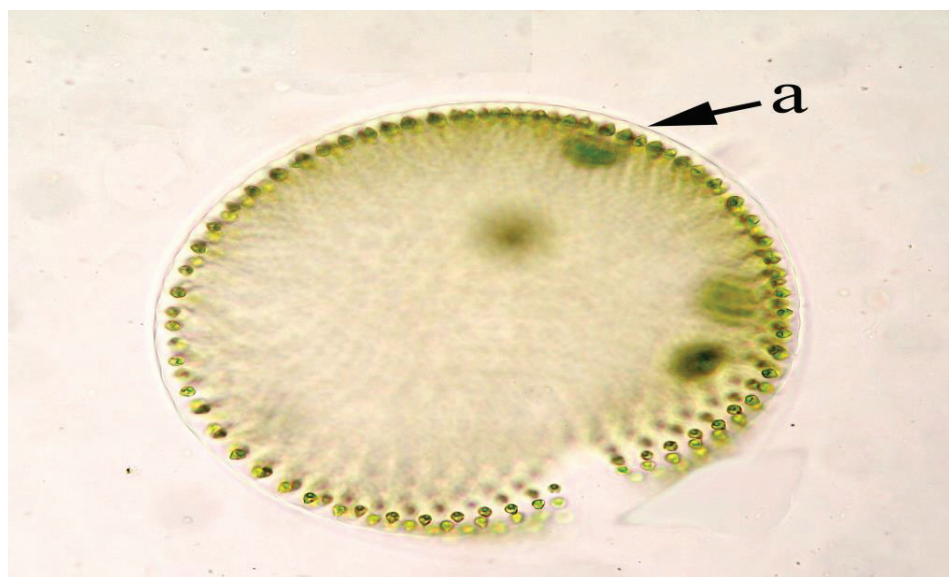


Fig. 60. Colonie de *Volvox* acoperită de teacă (a) gelatinoasă (imagine la microscop optic).

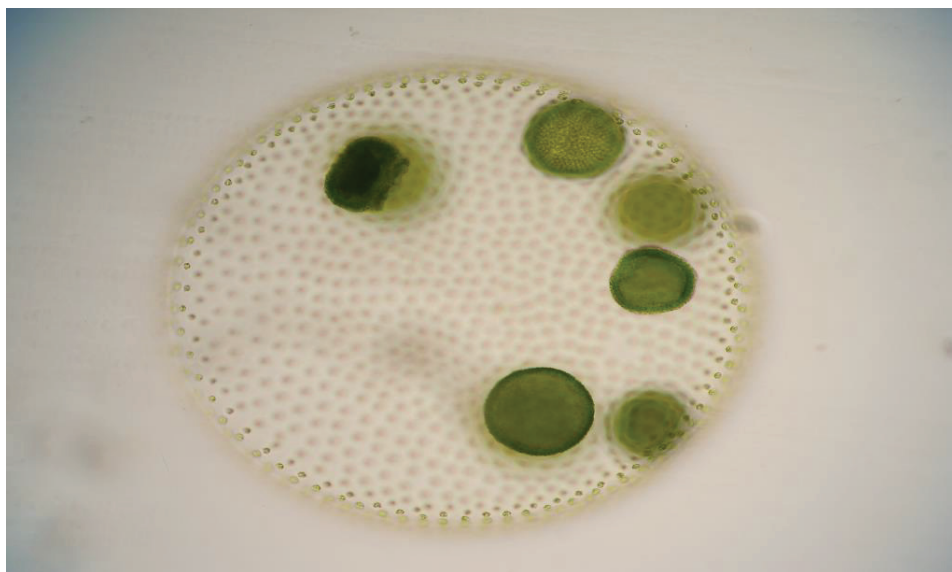


Fig. 61. Colonie mamă de *Volvox* cu colonii fiice formate prin înmulțire vegetativă (imagine la microscop optic).

Ordinul Oedogoniales

În ordinul **Oedogoniales (12Chl)** sunt numeroase alge verzi (722 de specii) care au talul filamentos, unistratificat, neramificat sau ramificat, cu celule uninucleate, care se întâlnesc în ape dulci. Zoosporii și gameții au flageli așezați la un pol (stefanoconți). Ciclul biologic este monogenetic haplofazic (Péterfi și Ionescu, 1979).

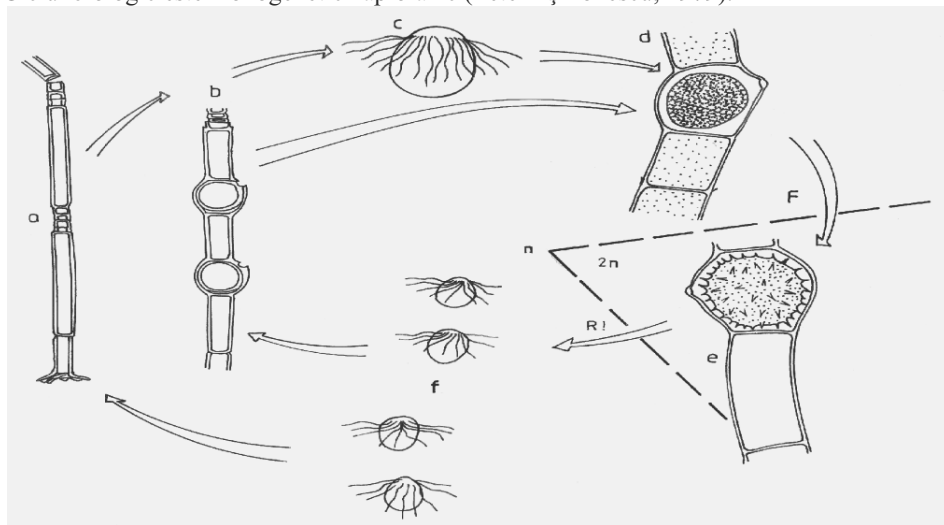


Fig. 62. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Oedogonium*:

- a. gametofit bărbătesc; b. gametofit femeiesc cu oogoane; c. anterozoid stefanocont; d. oogon; e. zigot; f. zoospori stefanoconți; F. fecundație; R!. diviziune reduțională (după Pop și coab., 1983).

Cel mai caracteristic gen al acestui ordin este *Oedogonium* (121Chl). Acest gen cuprinde specii monoice și dioice, care au talul filamentos, neramificat și fixat pe substrat printr-o celulă rizoidală. Celulele talului sunt prozenchimactice și conțin un nucleu (haploid), citoplasmă și un cloroplast mare, reticulat, cu pirenoizi (Pop și colab., 1983).

La *Oedogonium*, creșterea talului este intercalară. Diviziunea celulară este unică, prin aceea că se formează inele celulozice la polul anterior al celulelor vegetative. Aceste inele sunt rămășițe ale pereților celulari parentali și sunt importante pentru recunoașterea speciilor (Scagel și colab., 1984).

Înmulțirea asexuată se realizează prin **zoospori**, iar cea sexuată prin **oogamie**. La *Oedogonium*, în ciclul biologic se întâlnesc zoospori și anterozoizi stefanoconți (Fig. 62). Unele celule ale talului (n) devin gametangii și produc unul sau doi anterozoizi stefanoconți. Alte celule din tal devin oogoane în care se formează o singură oosferă voluminoasă. La maturitate, în peretele oogonului se formează o deschidere laterală, prin gelificarea peretelui celular. Prin această deschidere pătrunde un anterozoid care fecundează oosfera (Fig. 62, 63 și 64).



Fig. 63. Filamente de *Oedogonium* pe lamă microscopică.



Fig. 64. Filament de *Oedogonium* cu zigot în oogon (o) (imagine la microscop optic).

În acest mod, se formează zigotul care secretă un înveliș gros, protector și devine oospor. Învelișul oosporului asigură supraviețuirea, în condiții nefavorabile de mediu. La germinare, nucleul oosporului se divide (meiotic și apoi mitotic) și astfel se formează câte patru zoospori stefanoconți. Zoosporii sunt eliberați, se fixează pe substrat, se divid și formează fiecare câte o nouă algă (Fig. 62).

Majoritatea speciilor de *Oedogonium* trăiesc în ape dulci (Pop și colab., 1983).

Ordinul Chaetophorales

În ordinul **Chaetophorales** (**13Chl**) sunt alge verzi cu tal filamentos, pluricelular, ramificat sau neramificat, prevăzut cu plasmodesme și cu peri unicelelari sau pluricelulari. Celulele talului sunt uninucleate și conțin un cloroplast parietal cu pirenoidi. Algele/Plantele **Chaetophorales** prin **Oedogoniales** marchează cea mai complexă organizare atinsă de **Chlorophyceae**. În multe privințe, nivelul de organizare la **Chaetophorales** merge paralel cu cel atins de **Coleochaetales** în **Charophyceae** (Lee, 2008). Multe dintre aceste plante au tal heterotrih, cu două tipuri de filamente: un filament bazal și un filament erect. În trecut, aceste plante erau considerate precursori ai plantelor superioare, deoarece prezentau o diferențiere a filamentelor în sisteme diferite (Lee, 2008).

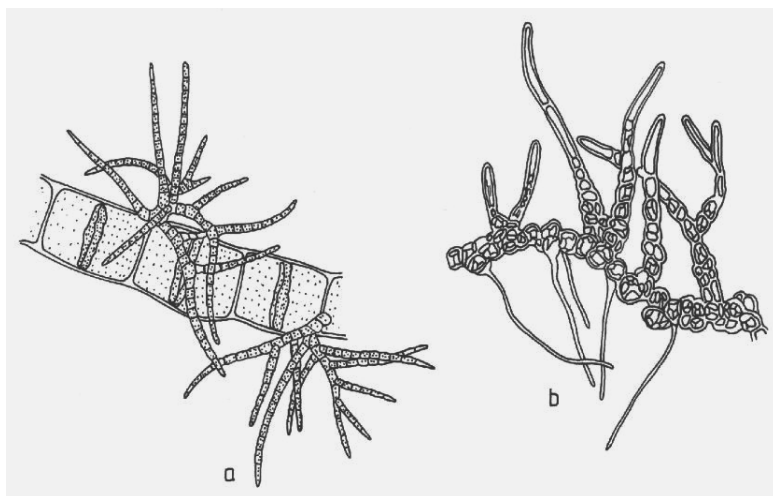


Fig. 65. Morfologia talului la Chaetophorales:
a. *Draparnaldia*; b. *Frittschiella*.

La *Chaetophora*, talul este filamentos, ramificat și prevăzut, terminal, cu peri lungi și pluricelulari. Unele specii ale acestui gen au talul impregnat cu calcar.

În ape dulci se găsesc specii (Fig. 65) de *Chaetophora* (**131Chl**) și *Draparnaldia* (**132Chl**), iar pe soluri umede specii de *Frittschiella* (**133Chl**) (Péterfi și Ionescu, 1979).

Clasa Trebouxiophyceae

În clasa **Trebouxiophyceae** sunt alge verzi cu tal variat, care se dezvoltă în diferite medii de viață (**2Chl**) și care sunt grupate în câteva ordine, precum **Chlorellales**, **Trebouxiales**, **Prasiolales** etc.

Ordinul Chlorellales

În ordinul **Chlorellales (21Chl)** sunt cuprinse alge verzi unicelulare, cenobiale și coloniale nefilamentoase, care au celulele vegetative neflagelate (Lee, 2008).

În general, structura celulei se aseamănă cu cea de la volvocale, ceea ce dovedește legătura filogenetică strânsă dintre acestea. Majoritatea clorofitelor din acest ordin conțin în celulă un singur nucleu (n).

Înmulțirea asexuată se realizează prin spori specializați (zoospori biflagelați sau aplanospori), iar cea sexuată prin izogamie sau, mai rar, prin oogamie. La puține specii, se întâlnește înmulțirea vegetativă prin diviziunea celulei (Pop și colab., 1983).

Ciclul de dezvoltare ontogenetică este monogenetic haplobiont. Cele mai caracteristice alge aparțin genului *Chlorella*.

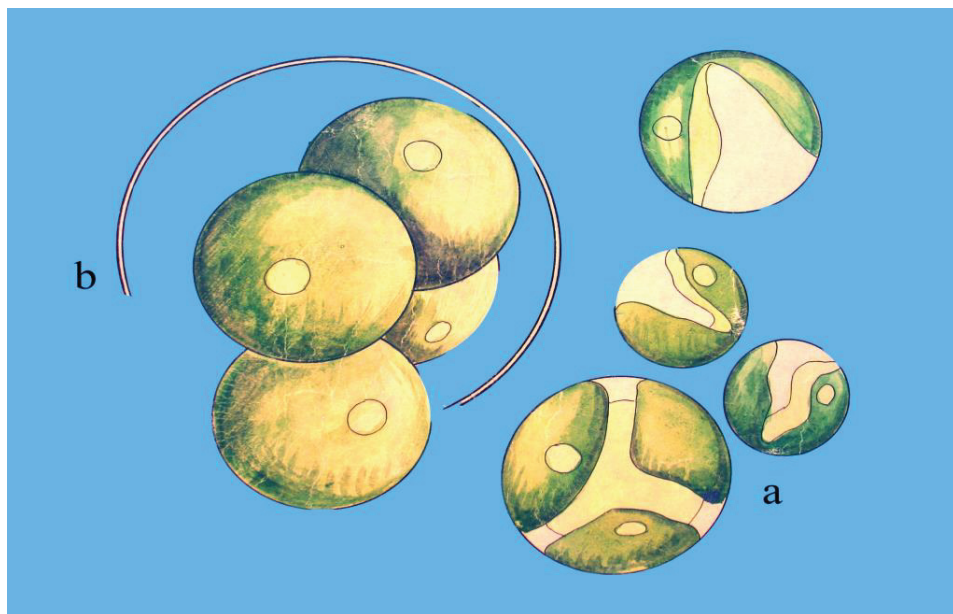


Fig. 66. Celulă de *Chlorella vulgaris* (a) cu aplanospori (b).

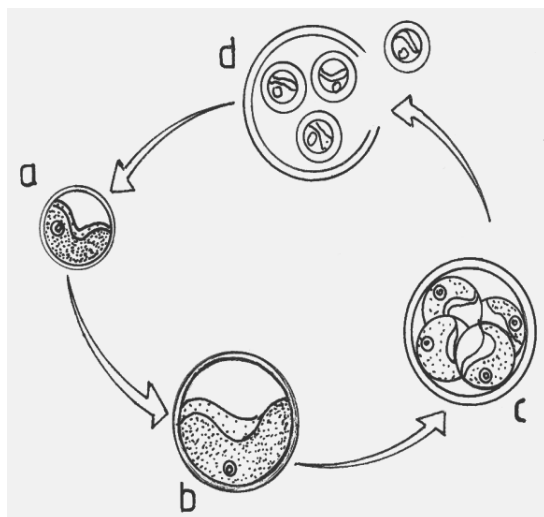


Fig. 67. Formarea aplanosporilor la *Chlorella vulgaris*:
a. celulă vegetativă tânără; b. celulă vegetativă dezvoltată; c și d. formarea și eliberarea aplanosporilor (autosporilor) din celulă.

La *Chlorella* (**211Chl**), talul este unicelular, are celula sferică, subsferică sau elipsoidală și conține cloroplast parietal, campanulat, cu pirenoid înconjurat de amidon. Specia tip a genului *Chlorella* este *Chlorella vulgaris* (**211Chl**), care se găsește, în natură, în apă dulce și pe sol. Această specie are celule sferice, subsferice sau eliptice, dispuse solitar sau în colonii, de până la 64 de celule, acoperite de mucilagiu. La această specie, I. Grințescu a descoperit și a descris formarea aplanosporilor (autosporilor) (Fig. 66 și 67).

Genul *Prototheca* (**212Chl**) cuprinde forme unicelulare, sferice la elipsoidale, mai puțin colorate, fără cloroplaste și pirenoid, dar cu amidon depozitat. Înmulțirea asexuată se realizează prin aplanospori, iar stadiul flagelat și înmulțirea sexuată nu sunt cunoscute. Se întâlnește în ape dulci și ape marine, din zonele temperate până în zonele tropicale. De asemenea, se cunosc boli denumite protothecoza la animale (câine, pisică, cal, vacă, oaie) și om (**212Chl**) .

Ordinul Sphaeropleales

În ordinul **Sphaeropleales** (**22Chl**) sunt alge verzi cloroficee, care au tal variat (filamentos neramificat sau cenobial). Genuri caracteristice sunt *Sphaeroplea* (**221Chl**) (cu tal filamentos neramificat și celule plurinucleate), *Pediastrum*, *Scenedesmus* și *Hydrodictyon*, cu tal cenobial, variat ca formă și mărime.

La *Pediastrum* (**222Chl**), cenobiul este disciform, stelat și este alcătuit din celule (4 – 128) dispuse într-un singur plan. Celulele de la marginea cenobiului prezintă câte două prelungiri citoplasmatiche, iar cele situate în partea centrală sunt poligonale (Fig. 68). Înmulțirea acestor specii se realizează prin zoospori și izogameți.

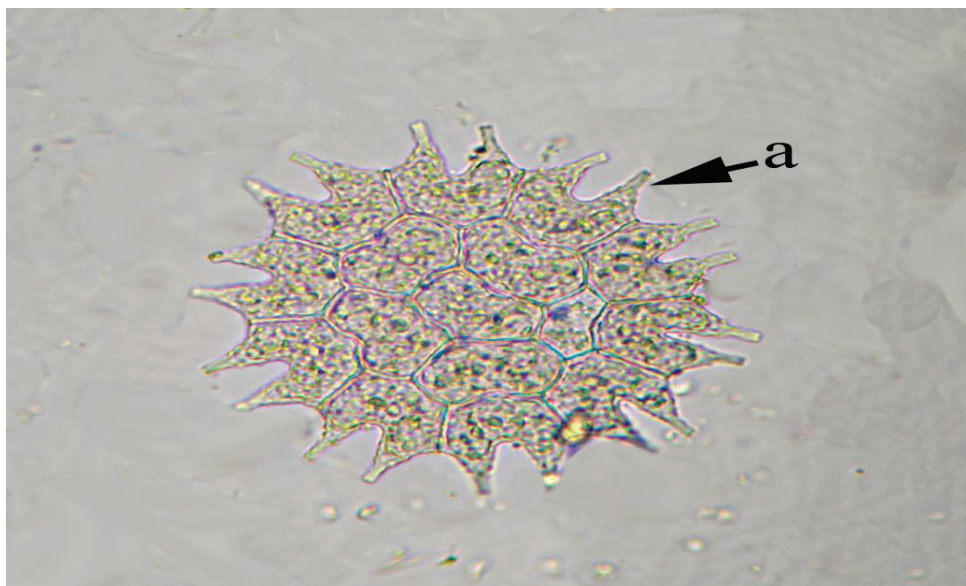


Fig. 68. Cenobiu (a. prelungire citoplasmatică) de *Pediatrum* (imagine la microscop optic).

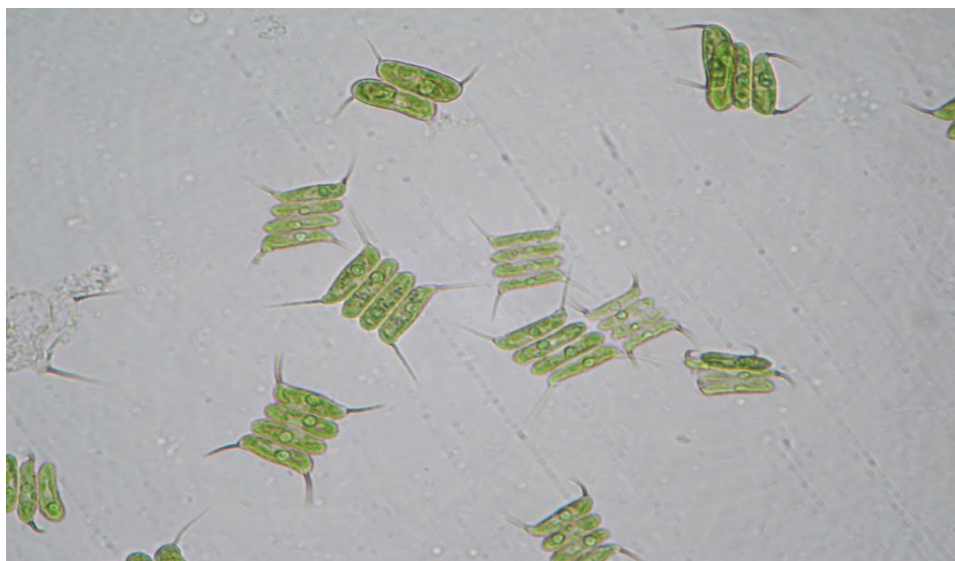


Fig. 69. Cenobii de *Scenedesmus* (imagine la microscop optic).

La *Scenedesmus* (223Chl), cenobiul este alcătuit din celule (2 – 8), așezate într-un singur plan. La *Scenedesmus caudatus* (2231Chl), celulele marginale prezintă prelungiri citoplasmice (Fig. 69).

La *Hydrodictyon* (224Chl), cenobiul este alcătuit din celule care sunt dispuse în formă de rețea. Inițial, celulele sunt uninucleate și apoi devin plurinucleate. Înmulțirea asexuată se realizează prin **zoospori** (Fig. 70), iar cea sexuată prin **izogamie**. În ape dulci (stagnante sau lin curgătoare), este întâlnită *H. reticulatum* (2241Chl), care are tal cenobial, macroscopic la maturitate și este cunoscut sub denumirea de **rețeaua apei** (Fig. 70).

O caracteristică comună a speciilor de *Scenedesmus*, *Pediastrum* și *Hydrodictyon* este aceea că zoosporii sunt reținuți în interiorul celulelor parentale, până la formarea unui cenobiu care are formă caracteristică. Numărul de celule ale cenobiului tânăr este egal cu numărul zoosporilor formați în celula parentală (Scagel și colab., 1984).

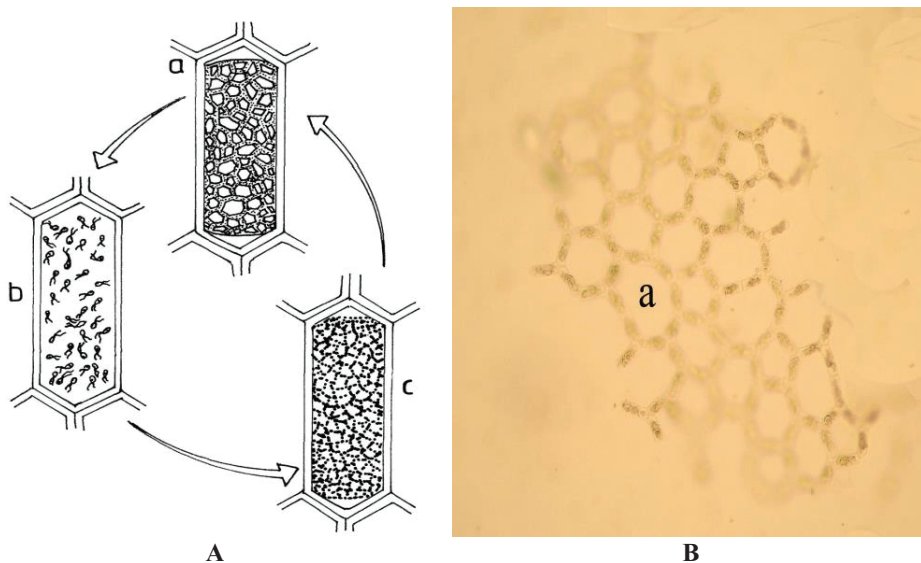


Fig. 70. *Hydrodictyon reticulatum*: A. înmulțire prin zoospori; a. celulă vegetativă; b. zoospori în celulă; c. formarea cenobiului tânăr; B. tal tânăr din cenobii (a) hexagonale (imagine la microscop optic).

Ordinul Trebouxiales

Algele **Trebouxiales** (23Chl) reprezintă grupul algelor lichenice care formează ficobiontul/fotobiontul din licheni. Alți ficobionți din licheni sunt cianobacterii, alge verzi *Trentepohlia* (din **Ulvophyceae**) și *Heterococcus* (**Xanthophyceae**) (Lee, 2008).

Trebouxia (231Chl) este cea mai comună alga verde ca ficobiont în simbioza lichenilor (Fig. 145). Astfel de alge *Trebouxia* se găsesc în lichenul galben (*Xanthoria parietina*). Celulele de *Trebouxia* conțin un cloroplast masiv prevăzut cu un pirenoide. În

mod normal, celulele se înmulțesc prin autospori. De asemenea, *Trebouxia* cuprinde specii care trăiesc liber (Lee, 2008).

Ordinul Prasiolales

În ordinul **Prasiolales (24Chl)** sunt alge verzi marine, de apă dulce sau terestre, care sunt unicelulare, filamentoase scurte sau macroscopice de dimensiuni mici (Lee, 2008). Reprezentanții acestui ordin au un cloroplast stelat cu un pirenoid central. Genuri caracteristice sunt *Prasiola (241Chl)* și *Desmococcus (242Chl)*.

La *Desmococcus*, talul este unicelular și formează, prin diviziune, cenobii de 2-8 celule. În natură, se întâlnește *Desmococcus olivaceus* (syn. *Pleurococcus vulgaris*)(**verdeța zidurilor (2421Chl)**), care se dezvoltă pe ziduri și pe scoarța copacilor (Fig. 71).

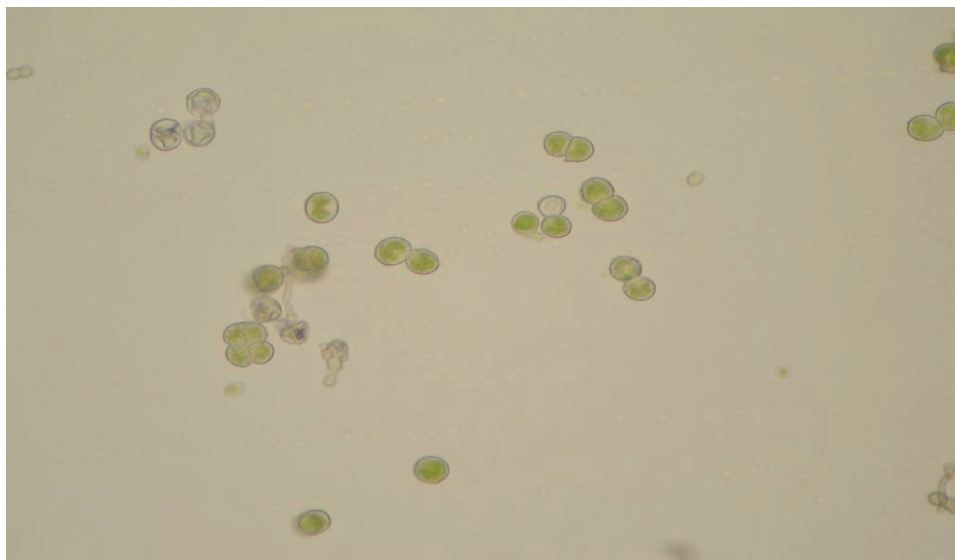


Fig. 71. Celule de *Desmococcus olivaceus* (imagine la microscop optic).

Clasa Ulvophyceae

În clasa **Ulvophyceae (3Chl)** sunt algele verzi **Ulotrichales, Ulvales, Cladophorales, Dasycladales, Siphonocladales, Bryopsidales** etc.

Ordinul Ulotrichales

În ordinul **Ulotrichales (31Chl)** sunt alge verzi filamentoase uninucleate care au un cloroplast parietal. Ciclul de dezvoltare este monogenetic haplobiont. La *Ulothrix*

(311Chl) (Fig. 72 și 73), talul este filamentos și este fixat de substrat printr-o celulă rizoidală, alungită și incoloră. Cu excepția celei bazale, toate celulele conțin câte un cloroplast, în formă de centură, pe care se află pirenoizi (Pop și colab., 1983).

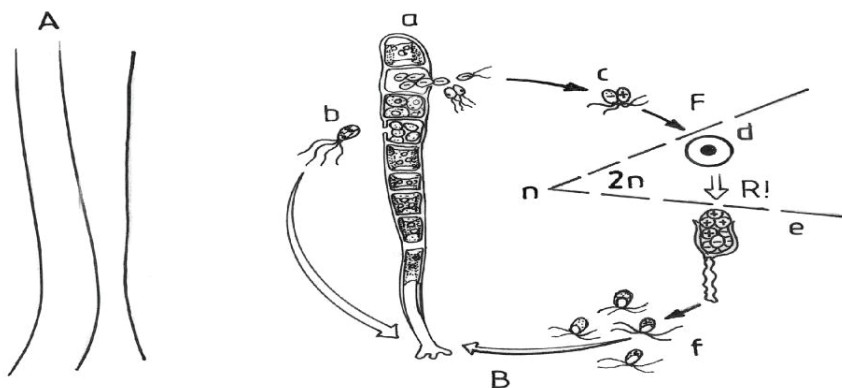


Fig. 72. Morfologia talului și înmulțirea la *Ulothrix zonata*:

A. aspect macroscopic al talului; B. ciclul de dezvoltare monogenetic haplofazic: a. aspect microscopic al talului; b. zoospori; c. izogameți; d. zigot; b și f. zoospori; F. fecundație; R!. diviziune reduțională (meiotică).



Fig. 73. Morfologia talului de *Ulothrix zonata* (imagine la microscop optic).

Fiecare celulă de *Ulothrix* este capabilă să formeze izogameți tetraflagelați sau zoospori biflagelați, cu flageli apicali. Speciile dulcicole de *Ulothrix* produc, în urma fecundației, un zigot dormant, precum *Chlamydomonas*. Specia tip pentru genul *Ulothrix* este *Ulothrix tenuissima* (3111Chl), care se întâlnește în ape marine și ape dulci. O specie dulcicolă comună este *Ulothrix zonata* (Fig. 72 și 73). La *Ulothrix zonata* (3112Chl), lumina, temperatura și fotoperioada sunt factori care controlează reproducerea. Speciile marine de *Ulothrix* au talul mai mare decât cele dulcicole.

Ordinul Ulvales

În ordinul **Ulvales** (32Chl) sunt alge cilindrice și parenchimatice, de formă foliacee, care sunt monostromatice (cu un singur strat de celule) sau bistromatice (cu două straturi de celule). Celulele sunt uninucleate și au un cloroplast parietal (Lee, 2008).

Principalul gen al ordinului **Ulvales** este *Ulva*, care conține 129 de specii.

La *Ulva* (321Chl), talul este parenchimatic și prezintă diferențiere morfologică în rizoid, cauloid și filoid (Fig. 74). Inițial, talul se prezintă sub forma unui filament unistratificat. Mai târziu, prin diviziuni celulare, în mai multe planuri, se formează talul foliaceu, alcătuit din două straturi de celule aflate în contact strâns. Aceste celule conțin câte un cloroplast, în formă de cupă, orientat cu deschiderea spre suprafața talului. Celulele bazale ale talului sunt rizoidale și se agregă, pentru a forma un cauloid de susținere. Rizoidul este peren și regenerează filoidul în fiecare primăvară (Lee, 2008).



Fig. 74. Morfologia talului de *Ulva lactuca* (cu cauloid cilindric și filoid foliaceu).

Ciclul de dezvoltare la *Ulva* este haplodibiont, cu două generații izomorfe și gametofit dioic (Fig. 75). Gametofitul bărbătesc se aseamănă morfologic cu gametofitul femeiesc. Cu excepția celulelor bazale, care, de obicei, rămân sterile, toate celelalte celule ale gametofitului sunt capabile să producă izogameți (biflagelați și asimetrici). În urma fuziunii gameților, se formează zigotul. Înainte de a germina, zigotul secretă un perete celulozic, apoi formează un filament pluricelular, prin diviziuni succesive, care dă naștere sporofitului ($2n$).

Sporofitul este foliaceu și prezintă la bază celule rizoidale sterile. Toate celelalte celule ale sporofitului sunt capabile să producă, prin meioză și apoi mitoze succesive, zoospori tetraflagelați și asimetrici. Zoosporii înoată, apoi se fixează pe substrat, pierd flagelii și secretă un perete celulozic. Prin diviziuni mitotice succesive se formează un filament și apoi gametofitul (bărbătesc și femeiesc) foliaceu (Scagel și colab., 1984).

Algele din genul *Ulva* sunt cunoscute ca **salata mării** și sunt mâncate ca salată sau folosite în supe (Chen, 1998). Specia tip a genului *Ulva* este *Ulva lactuca* (3211Chl), întâlnită frecvent în Marea Neagră și alte mări (Pop și colab., 1983).

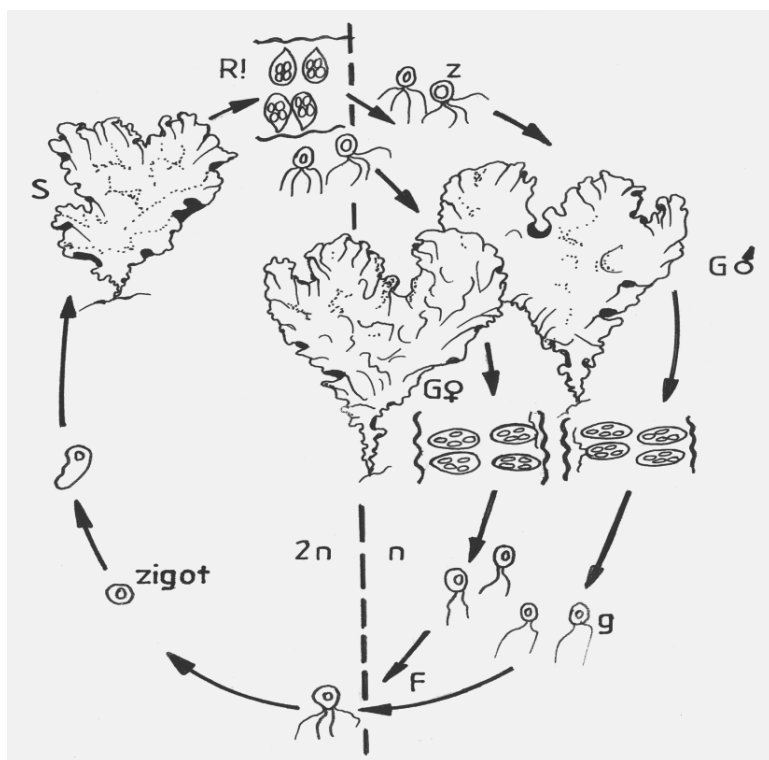


Fig. 75. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Ulva*:
S. sporofit; G♀. gametofit femeiesc; G♂. gametofit bărbătesc; R!. diviziune reduțională (meiotică); F. fecundație; z. zoospori; g. gameți. (după Raven și colab., 1992).

Ordinul Cladophorales

În ordinul **Cladophorales (33Chl)** sunt alge verzi filamentoză, neramificate sau ramificate, care au celule plurinucleate, cu un cloroplast reticulat sau perforat (Lee, 2008). Creșterea talului se face subterminal sau intercalar.

Genul caracteristic acestui ordin este *Cladophora* (**331Chl**), care cuprinde specii de apă dulce și de ape marine. La *Cladophora*, talul este filamentos, ramificat pseudodicotomic, cu aspect de tufă. Fiecare celulă este plurinucleată și conține un cloroplast parietal, reticulat, cu numeroși pirenoizi. Creșterea talului este subterminală (Fig. 76, 77 și 78).

Înmulțirea asexuată se realizează prin zoospori, prevăzuți cu 4 flageli egali, iar cea sexuată prin izogameți biflagelați. Ciclul de dezvoltare este digenetic, haplodiplofazic, cu generații izomorfe (Fig. 76). În ape dulci și ape marine, o specie comună este *Cladophora glomerata* (**lâna broaștei**) (**3311Chl**).

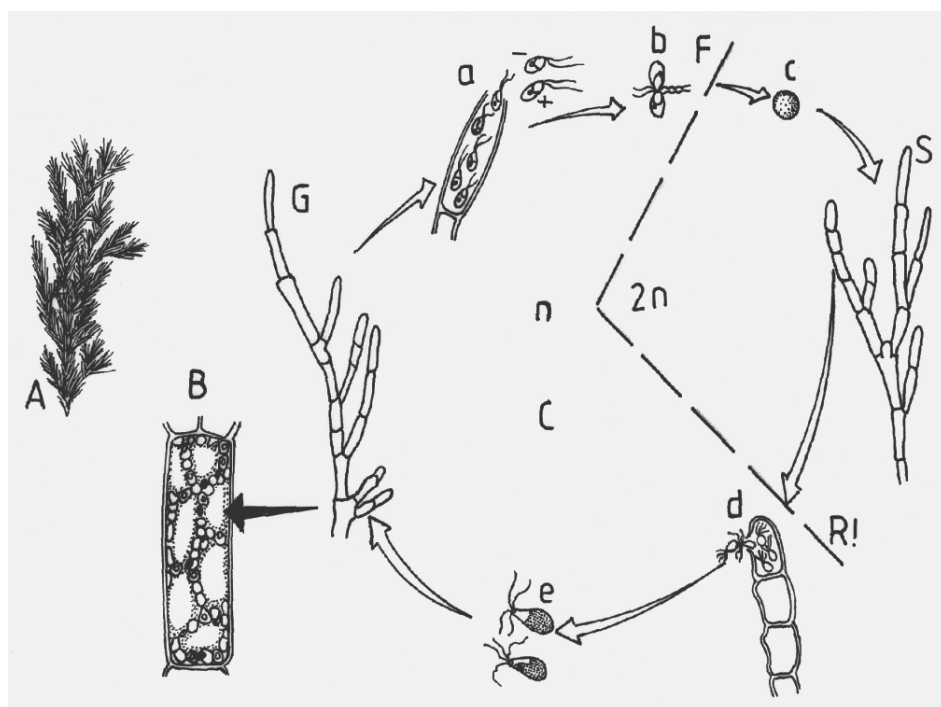


Fig. 76. Morfologia, structura talului și înmulțirea la *Cladophora*:

- a. aspect macroscopic al talului; B. celulă de *Cladophora*, cu cloroplast reticulat prevăzut cu pirenoizi; C. ciclul de dezvoltare haplodiplofazic: a și b. izogameți; c. zigot; d. sporangie; e. zoospori; G. gametofit; S. sporofit; F. fecundație; R!. diviziune reducțională.



Fig. 77. Aspect macroscopic al talului de *Cladophora glomerata*.

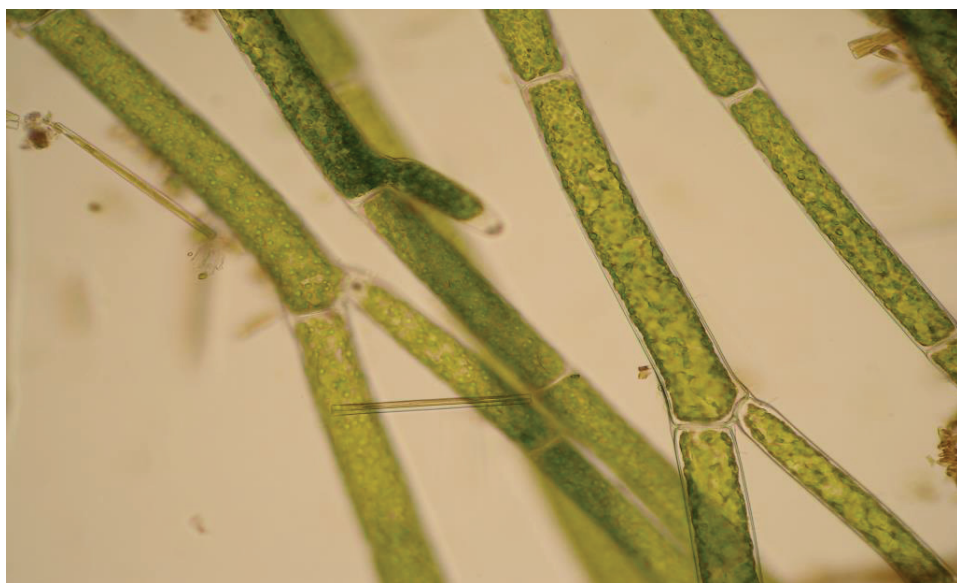


Fig. 78. Tal de *Cladophora glomerata* (imagine la microscop optic).

Ordinul Bryopsidales

În ordinul **Bryopsidales (34Chl)** sunt alge verzi cu tal sifonal, ramificat sau neramificat, până la tal complex, fiind macroscopice sau microscopice. Principalii componenți ai peretelui celular sunt **manan**, **xilan** și **glucan** (celuloză). Celulele conțin o vacuolă centrală largă, mai mulți nuclei și cloroplaste, cu sau fără pirenoid, fusiforme sau elipsoidale. De asemenea, cloroplastele conțin două xantofile (pigmenți fotosintetici accesori) specifice ordinului (Scagel și colab., 1984), precum siphonoxantină și siphoneină (Huisman, 2015). Unele specii au peretele celular calcifiat. Înmulțirea asexuată se realizează prin zoospori biflagelați, tetraflagelați sau stefanoconți (Huisman, 2015).

Ciclul de dezvoltare este digenetic **haplodiplobiont**, cu generații izomorfe sau heteromorfe sau **monogenetic haplobiont** (Huisman, 2015).

La *Derbesia* (**341Chl**), ciclul de dezvoltare este digenetic haplodiplobiont, cu generații heteromorfe. Sporofitul este dominant și este un sifonoplast plurinucleat și ramificat. Specia tip a genului *Derbesia* este *Derbesia marina* (**3411Chl**). Gametofitul de *Derbesia marina* este dioic, este un cenoblast (cenocit) globulos și a fost denumit inițial *Halicystis ovalis* (Wutz și Zetsche, 1976). Înmulțirea asexuată se realizează prin **zoospori stefanoconți**, iar înmulțirea sexuată prin **izogameți biflagelați** (Fig. 79).

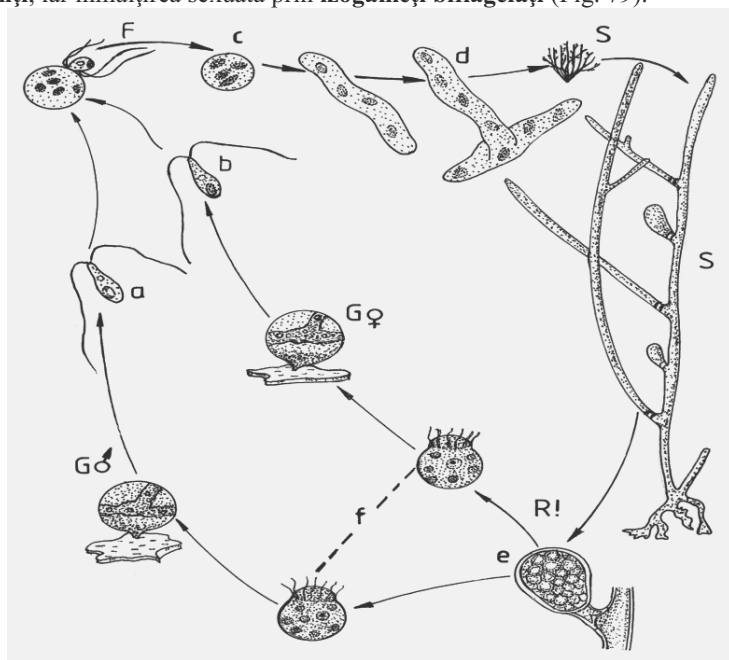


Fig. 79. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Derbesia*:

G♀. gametofit femeiesc; G♂. gametofit bărbătesc; a și b. izogameți; c. zigot; d. sporofit tânăr; S. sporofit; e. sporangii; f. zoospori stefanoconți; F. fecundație; R!. diviziune reducțională (după Pop și colab., 1983).

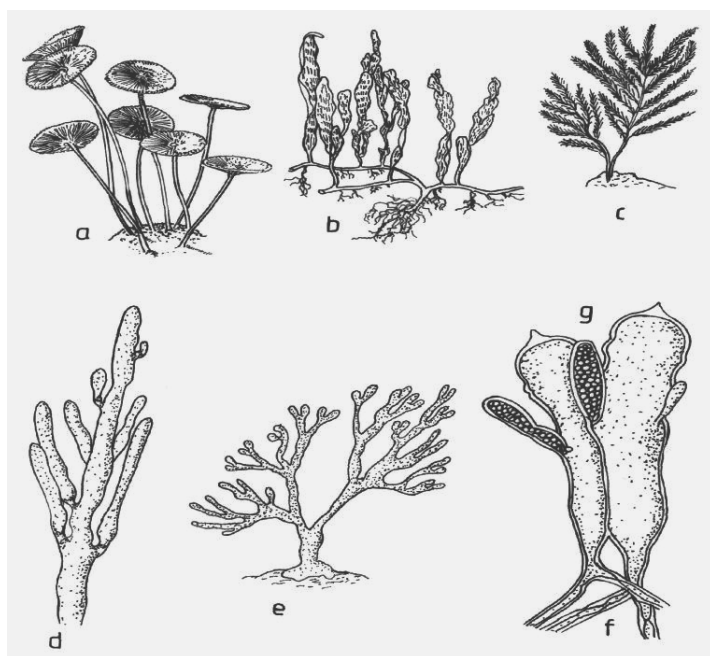


Fig. 80. Morfologia talului la **Bryopsidophydales și Dasycladales:**
a. *Acetabularia acetabulum*; b. *Caulerpa prolifera*; c și d. *Bryopsis plumosa*;
e. *Codium*; f. *Codium*: fragment de tal cu gametangii (g).

La *Caulerpa* (342Chl), talul este sifonal și este diferențiat morfologic în rizoid, cauloid cilindric și filoid lamelar. Cauloidul poate ajunge până la 1 m lungime. Înmulțirea vegetativă se realizează prin fragmentarea talului, iar cea sexuală prin izogamie. Ciclul de dezvoltare este monogenetic diplofazic. Specia tip a genului *Caulerpa* este *Caulerpa prolifera* (3421Chl), întâlnită în ape marine (Fig. 80).

La *Bryopsis* (343Chl), talul sifonal este diferențiat în rizoid, cauloid și filoid penat ramificat. Aceste specii sunt monogenetic diplofazice. Înmulțirea vegetativă se realizează prin fragmentarea ramurilor filoidului, iar cea sexuală prin anizogamie. Specia tip a genului *Bryopsis* este *Bryopsis pennata* (3431Chl). O specie marină comună este *Bryopsis plumosa* (3432Chl) (Fig. 80).

La *Codium* (344Chl), talul sifonal este diferențiat în rizoid disciform, cauloid cilindric și filoid bogat ramificat (Fig. 80). Talul este spongios și necalcificat. Înmulțirea vegetativă se realizează prin **propagule**, iar cea sexuală prin anizogameți biflagelați. Ciclul de dezvoltare este monogenetic diplofazic (Péterfi și Ionescu, 1979). Specia tip a genului *Codium* este *Codium tomentosum* (3441Chl), întâlnită în ape marine.

Majoritatea algei **Bryopsidales** trăiesc în ape marine, cu excepția genului *Dichotomosiphon*, care cuprinde specii de apă dulce (Huisman, 2015).

Ordinul Dasycladales

În ordinul **Dasycladales (35Chl)** sunt alge verzi sifonale care sunt uninucleate până la maturitate. Ciclul de dezvoltare este monogenetic diplobiont.

La *Acetabularia (351Chl)*, talul sifonal ajunge până la 4 – 10 cm înălțime și este peren. Talul este diferențiat în rizoid, cauloid cilindric și filoid disciform situat apical. În partea rizoidală se află nucleul (2n). Inițial, cauloidul tânăr prezintă mai mulți peri articulați, caduci, așezați verticilat. În timpul verii, se formează filoidul disciform alcătuit din articole puternic unite între ele. Fiecare articol al discului formează aplanospori ovali, cu pereți îngroșați. Aplanosporii hibernează și produc primăvara gameți biflagelați. Prin fuzionarea acestora se formează zigotul care dă naștere unui nou tal (Fig. 80 și 81). Partea rizoidală și cauloidul supraviețuiesc, în timpul iernii.

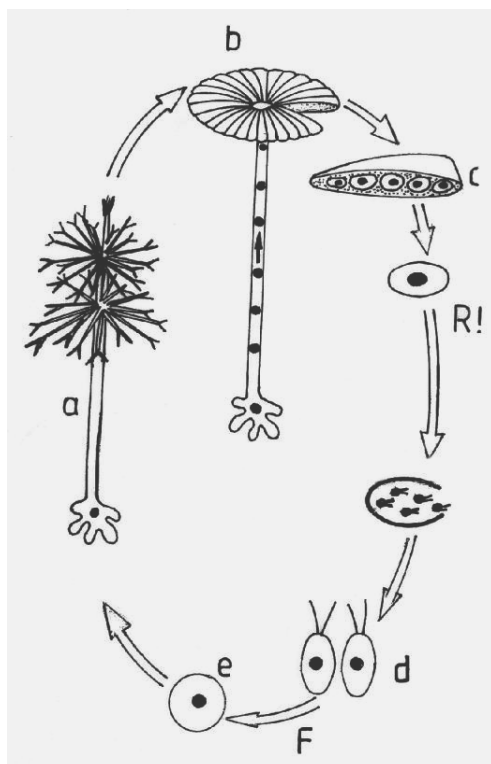


Fig. 81. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Acetabularia acetabulum*:
 a. tal cu filoid steril; b. tal cu filoid fertil; c. formarea aplanosporilor în filoid fertil;
 d. izogameți; e. zigot; R!. diviziune reduțională; F. fecundație.

Specia tip a genului *Acetabularia* (**351Chl**) este specia marină *Acetabularia acetabulum* (**3511Chl**) (syn. *Acetabularia mediterranea*) (Fig. 81). Speciile de *Acetabularia* (**351Chl**) se întâlnesc în ape marine, pe stânci, pe care formează colonii.

Încrengătura Charophyta

În încrengătura **Charophyta (1Chr)** sunt 4857 de specii de alge verzi grupate în 6 clase, precum **Charophyceae**, **Coleochaetophyceae**, **Conjugatophyceae (Zygnematophyceae)** și **Mesostigmatophyceae**. Majoritatea algelor verzi **Charophyta** aparțin clasei **Conjugatophyceae** (syn. **Zygnematophyceae**), care cuprinde 4102 specii (**2Chr**).

Clasa Coleochaetophyceae

În clasa **Coleochaetophyceae (1Chr)** sunt algele verzi **Coleochaetales** și **Chaetosphaeridiales**.

Ordinul Coleochaetales

Algele **Coleochaetales (11Chr)** se caracterizează prin tal disciform prevăzut cu peri subțiri (setă) și înmulțire sexuată prin oogamie (Lee, 2008).

Prin celule asimetrice mobile acoperite cu solzi și prin oogomia cu caractere de superioritate, algele verzi **Coleochaetales** prezintă asemănări cu briofitele și lycopodiotele.

La *Coleochaete* (Fig. 82), talul este alcătuit din filamente ramificate, prevăzute terminal cu peri subțiri. Frecvent, filamentele sunt reunite în pernțe mici și disciforme. Celulele talului conțin un cloroplast parietal cu un pirenoid.

Ciclul biologic (de dezvoltare) este monogenetic haplobiont. Înmulțirea asexuată se realizează prin zoospori, iar înmulțirea sexuată prin oogamie, care prezintă particularități specifice.

De pe talul de *Coleochaete* se ridică filamente scurte, ramificate, pe care se formează anteridii și oogoane. Anteridia produce un singur anterozoid asimetric, prevăzut cu doi flageli. Oogonul prezintă o parte bazală voluminoasă în care se formează oosfera și o prelungire subțire. Anterozoidul pătrunde în oogon, fecundază oosfera și astfel se formează zigotul.

După fecundare, zigotul rămâne în oogon și este acoperit cu filamente pluricelulare vegetative, haploide, care formează un înveliș protector (Fig. 82). Filamentele pluricelulare se dezvoltă din celulele vegetative de la baza oogonului. Primăvara, zigotul germinează, se divide meiotic și apoi mitotic. Astfel, se formează zoosporii (16 sau 32) asimetrici, biflagelați, care se fixează pe substrat și dau naștere la alți gametofiți. Zigotul acoperit cu filamente pluricelulare se aseamănă cu un arhegon. Luând în considerare această asemănare, precum și oogamia de tip superior, unii autori consideră că din aceste alge au evoluat strămoșii cormofitelor (Pop și colab., 1983).

Dintre speciile de *Coleochaete* (**111Chr**), menționăm *C. pulvinata* care trăiește în ape dulci (**1111Chr**).

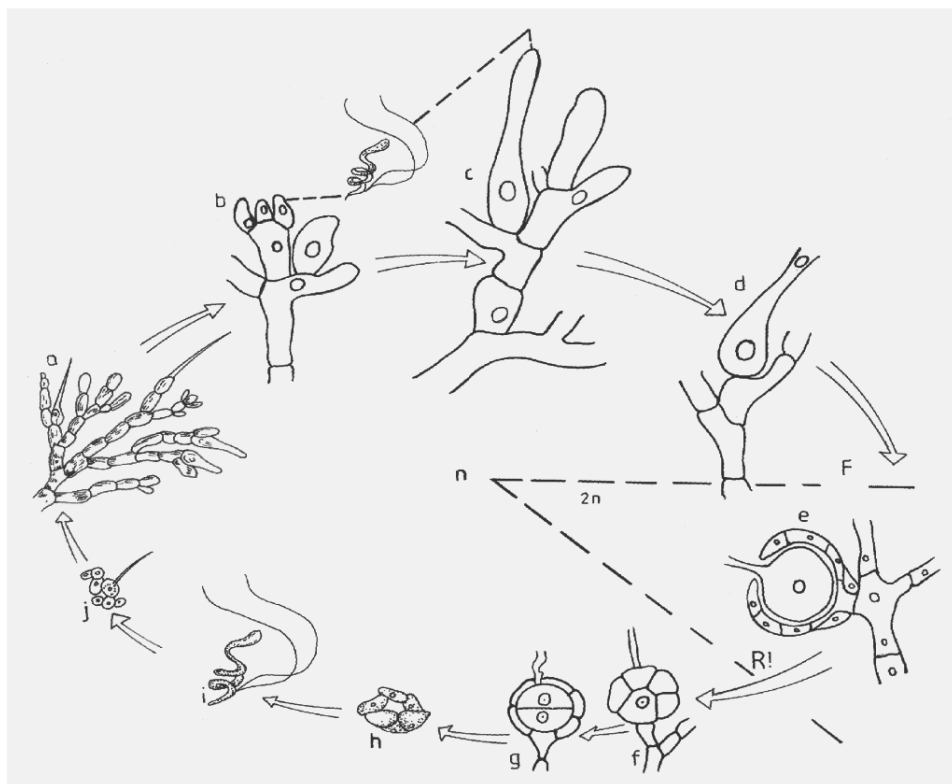


Fig. 82. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Coleochaete*:

a. gametofit filamentos; b. anteridie cu anterozoid; c. oogon cu oosferă;
d. pătrunderea anterozoidului în oogon; e. zigot acoperit de filamente; f, g și h. formarea zoosporilor; i. zoospor; j. gametofit tânăr; F. fecundație; R!. diviziune reduțională.

Clasa Conjugatophyceae

În clasa **Conjugatophyceae** (syn. **Zygnematophyceae**) (2Chr) sunt cuprinse alge verzi, unicelulare și filamentoase, care nu au celule flagelate în nici un stadiu al dezvoltării ontogenetice. Majoritatea clorofitelor unicelulare au celula alcătuită din două jumătăți simetrice.

Caracterul principal al acestor clorofite este înmulțirea sexuată care se realizează prin **conjugare** (somatogamie, cistogamie), de unde provine și numele clasei. Conjugarea constă în fuziunea conținutului a două celule vegetative, prin intermediul unui tub de copulare (conjugare). La punctul de contact al celor două prelungiri formate de celule, peretele celular se gelifică și astfel se formează tubul de copulare.

Conjugarea poate fi **izogamă** sau **anizogamă**. În cazul conjugării izogame, conținutul celor două celule fuzionează la mijlocul tubului de copulare, unde se formează

zigotul. Dacă conținutul unei celule trece, prin tubul de copulare, în cealaltă celulă, unde se formează zigotul, conjugarea este anizogamă (Pârvu, 2003).

Zigotul se înconjoară cu un înveliș gros și devine zigospor, care este rezistent la condițiile nefavorabile de mediu. La germinarea zigosporului, nucleul ($2n$) se divide redukțional și apoi mitotic; astfel, se formează 4 nuclee (n). La unele **Zygnematophyceae**, cei 4 nuclee formați prin diviziune sunt viabili; la altele, din cei 4 nuclee, 2 sau 3 degenerază, iar ceilalți sunt viabili și vor forma celule care generează alți indivizi.

La **Conjugatophyceae**, înmulțirea vegetativă se realizează prin fragmentarea celulei (la cele unicelulare) și prin fragmentarea talului (la cele filamentozes).

Clorofitele **Zygnematophyceae** sunt **haplobionte**, iar faza diploidă este reprezentată numai prin zigot (Pop și colab., 1983).

În clasa **Conjugatophyceae (2Chr)** sunt numeroase clorofite (cca. 4100 de specii) de apă dulce, grupate în două ordine: **Desmidiaceae** și **Zygnematales**.

Ordinul Desmidiaceae

În ordinul **Desmidiaceae (21Chr)** sunt numeroase **Conjugatophyceae** unicelulare, de formă variată (ovală, stelată, cilindrică, semilunară etc.). În general, celulele sunt alcătuite din două jumătăți simetrice (semicelule), distincte, legate printr-un **istm** în care, de regulă, se găsește nucleul. Peretele celular este neted sau ornamentat și este prevăzut cu pori. La unele specii, peretele celular este impregnat cu săruri de fier.

Înmulțirea vegetativă se realizează prin diviziunea celulei, care este precedată de fragmentarea nucleului. Fragmentarea celulei se realizează în zona mediană și constă în separarea celor două jumătăți simetrice. Apoi, conținutul fiecărei jumătăți de celulă se mărește și se întinde în partea opusă, formând jumătatea simetrică (Fig. 83).

Înmulțirea sexuală este mai puțin frecventă și are loc, în general, în condiții nefavorabile de mediu. La germinarea zigosporului, nucleul ($2n$) se divide meiotic și apoi mitotic. Astfel, se formează 4 nuclee din care, în funcție de specie, 2 sau 3 degenerază (Fig. 83). Nucleul rămas va forma altă celulă (algă).

Genuri caracteristice acestui ordin sunt *Closterium*, *Cosmarium*, *Euastrum*, *Micrasterias* etc. Taxonomia multor **desmidiaceae** este complicată, datorită caracterului **polimorf** (diferite forme în cadrul unei specii). Caracterele morfologice ale celulelor sunt diferite (Lee, 2008).

La *Closterium (211Chr)*, celulele sunt solitare și nu prezintă **istm**. Principala formă caracteristică pentru acest gen este de semilună (Fig. 84). La fiecare extremitate a celulei se află o vacuolă mică, care conține cristale de sulfat de calciu. În citoplasmă se găsește nucleul situat central, între două cloroplaste cu numeroși pirenoidi așezați linear. O specie de apă dulce este *C. moniliferum (2111Chr)*.

La *Cosmarium (212Chr)*, celulele sunt elipsoidale și sunt prevăzute cu **istm** și ornamentații pe suprafața peretelui celular (Fig. 85). În citoplasmă se găsesc 2 – 4 cloroplaste centrale, de formă stelată, cu pirenoid. O specie comună de apă dulce este *C. botrytis*, care are un nucleu central și două cloroplaste, cu un pirenoid central, în fiecare jumătate celulară (**2121Chr**).

La *Euastrum* (213Chr), celulele sunt elipsoidale și sunt prevăzute cu istm și cu lobi rotunjiți. Numărul lobilor este diferit, în funcție de specie (Fig. 86 și 87). Specia tip a genului *Euastrum* este *Euastrum ansatum* (2131Chr). Dintre speciile comune din ape dulci menționăm *E. ansatum* care are formă de ansă intestinală și *E. lobatum* (2132Chr).

La *Micrasterias* (214Chr), celulele sunt divizate în lobi profunzi, lineari și au formă caracteristică (Péterfi și Ionescu, 1979). Specia tip a genului *Micrasterias* (Fig. 88) este *Micrasterias furcata* (2141Chr). O specie comună în ape dulci este *M. cruxmelitensis* (2142Chr).

Ordinul **Desmudiales** (21Chr) cuprinde 2902 specii cosmopolite, care sunt considerate indicatori ai apelor nepoluate, cu pH ușor acid și concentrație scăzută în calciu și magneziu (Lee, 2008).

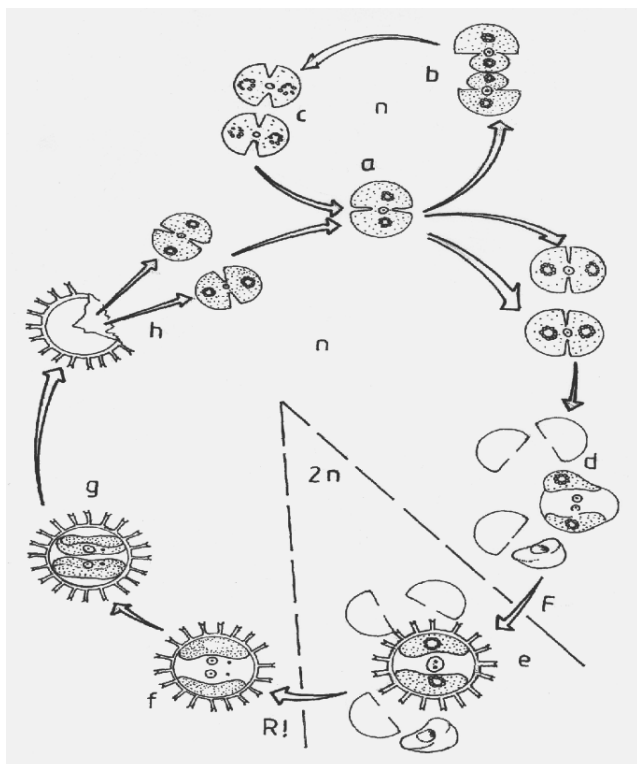


Fig. 83. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Cosmarium*:

- a. celulă vegetativă; b. fragmentarea celulei; c. celule fiice; d. conjugarea a două celule vegetative; e. zigot; f. celulă cu doi nucleii viabili; g și h. celule vegetative tinere; F. fecundație; R!. diviziune reducțională (după Pop și coab., 1983).

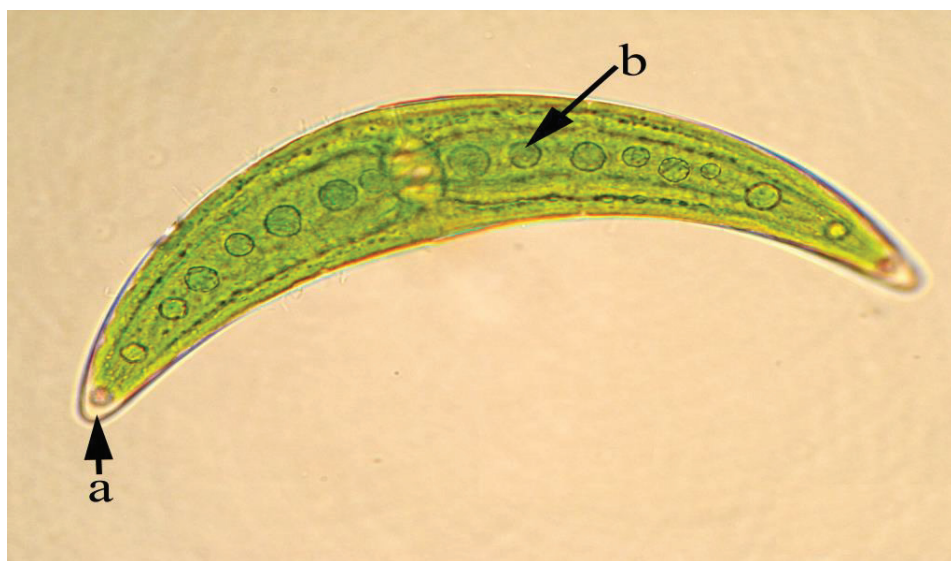


Fig. 84. Morfologia talului (a. vacuolă; b. cloroplast cu pirenoizi) la *Closterium* (imagine la microscop optic).

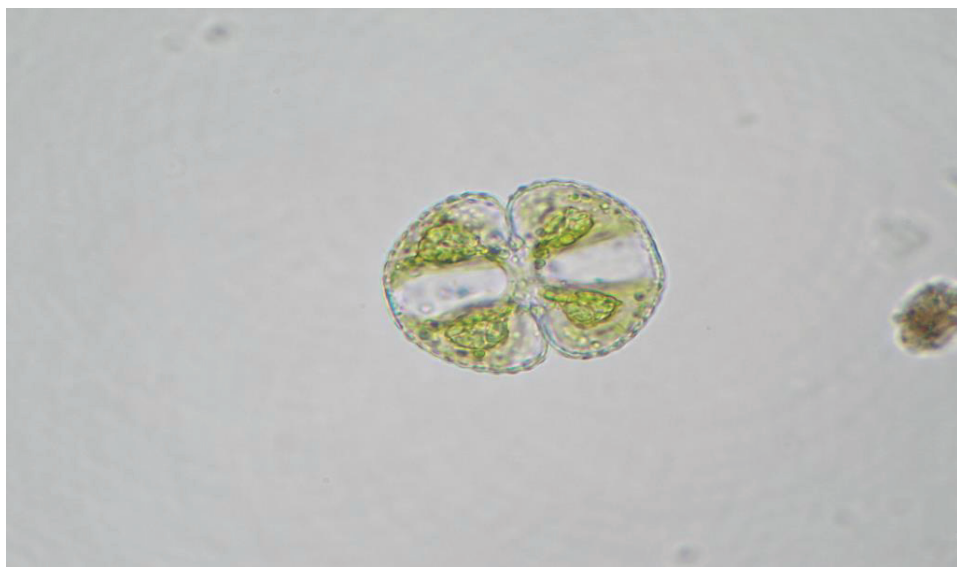


Fig. 85. Morfologia talului la *Cosmarium botrytis* (imagine la microscop optic).

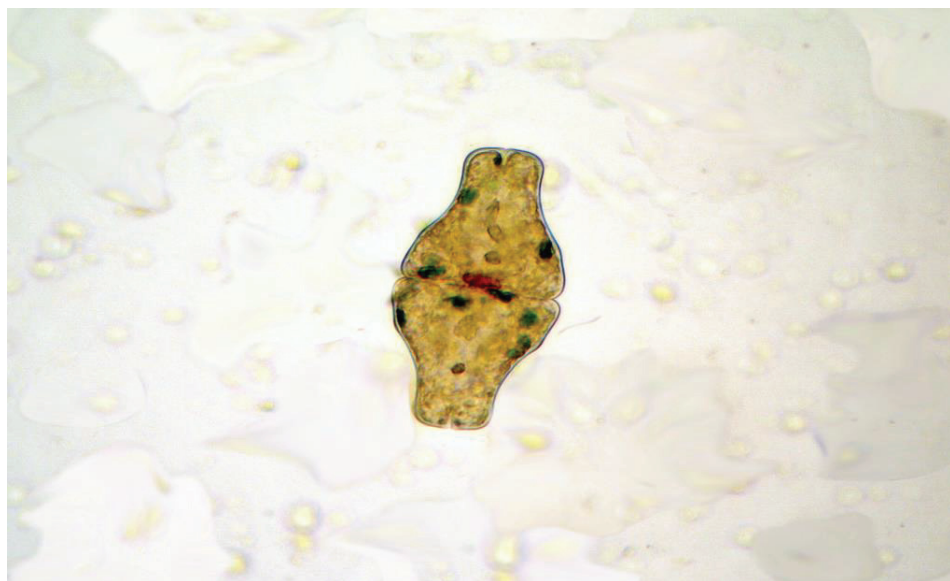


Fig. 86. Morfologia talului la *Euastrum ansatum* (imagine la microscop optic).

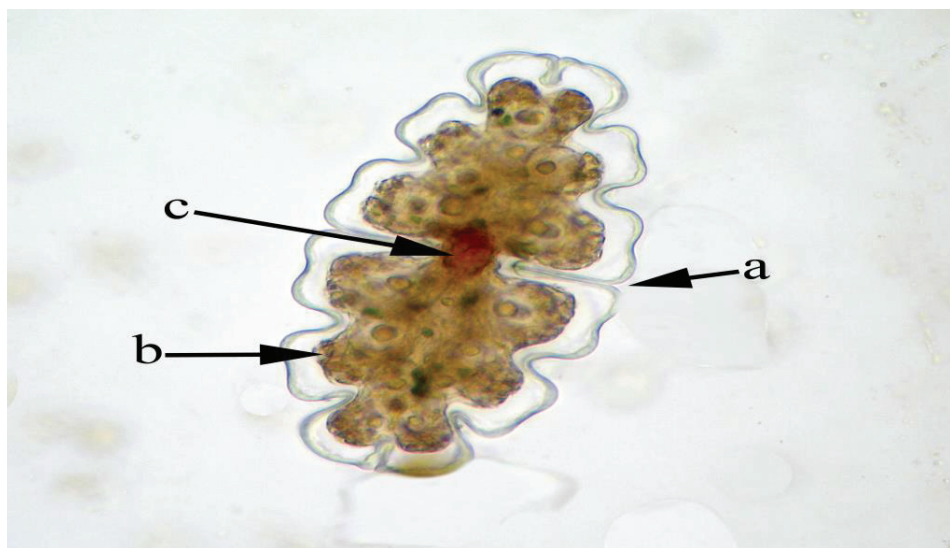


Fig. 87. Morfologia talului la *Euastrum lobatum* (a. istm; b. cloroplast cu pirenoizi; c. nucleu)(imagine la microscop optic).

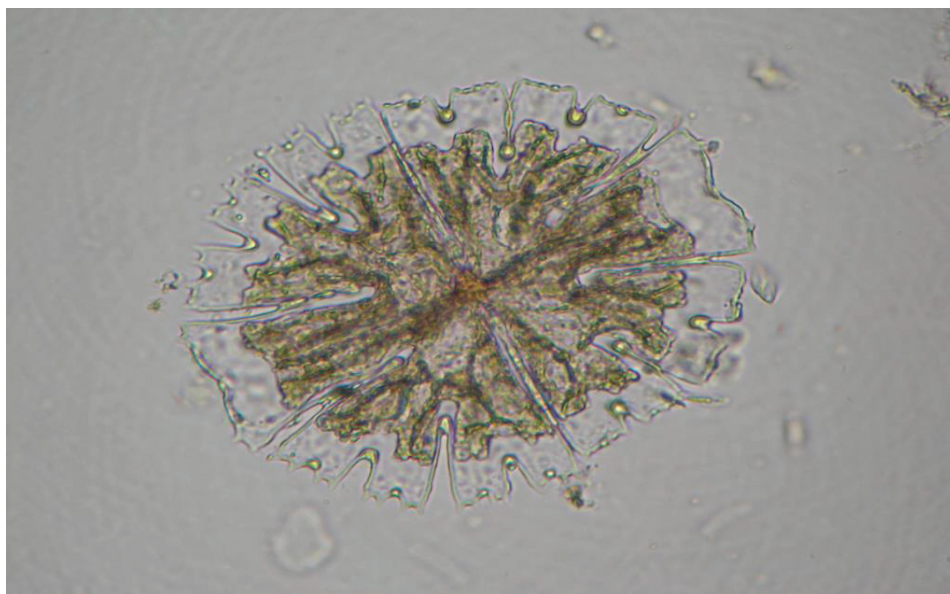


Fig. 88. Morfologia talului la *Micrasterias* (imagine la microscop optic).

Ordinul Zygnematales

În ordinul **Zygnematales (22Chr)** sunt alge verzi (1200 de specii) unicelulare (familia **Mesotaeniaceae**) și alge verzi filamentoase, cilindrice, neramificate și prevăzute cu rizoizi (familia **Zygnemataceae**). Aceste alge nu formează celule flagelate și se înmulțesc sexuat prin conjugare. La formele filamentoase lipsesc plasmodesmele. Unele specii sunt monoice, iar altele sunt dioice.

Algele **Mesotaeniaceae** au formă diferită (cilindrică la *Cylindrocystis* sau ovală la *Mesotaenium*). Celulele nu prezintă strângulație și pori sau ornametații pe suprafața peretelui celular.

La **Zygnemataceae**, înmulțirea vegetativă se realizează prin fragmentarea talului, iar înmulțirea sexuată prin **conjugare**. La speciile dioice, conjugarea este **scalariformă** și se realizează între celule situate pe două filamente diferite. La speciile monoice, conjugarea este laterală și constă în fuziunea conținutului a două celule vecine, pentru a forma zigotul. Prin diviziunea nucleului zigotic se formează 4 nuclei haploizi, dintre care 3 nuclei degenerază. Nucleul viabil va forma o celulă care se divide și generează un individ nou.

Caracterele morfologice și structurale ale celulelor talului variază, în funcție de specie. La *Zygnema* (**221Chr**), talul este filamentos și este alcătuit din celule prevăzute cu două cloroplaste stelate, situate de o parte și de alta a nucleului (Fig. 89). Cloroplastele prezintă prelungiri în formă de raze și câte un pirenoid.

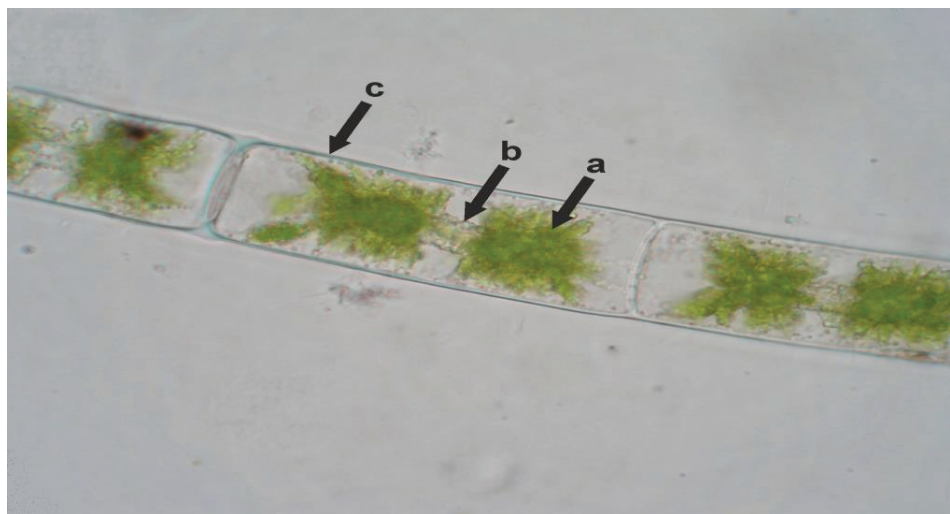


Fig. 89. Morfologia și structura talului (a. cloroplast; b. nucleu; c. perete celular acoperit de mucilagiu) la *Zygnema* (imagine la microscop optic).

La *Spirogyra* (**222Chr**), filamentele (coloniile filamentoase) sunt alcătuite din celule cilindrice, prozenchimatică, care conțin cloroplaste (1-16) parietale, sub formă de panglică, așezate spiralat, cu numeroși pirenoizi, dispuși în șir (Fig. 90, 91, 92, 93 și 94). Aceste filamente pluricelulare sunt elastice, moi și sunt acoperite de un înveliș gelatinos subțire. În centrul celulei se găsește nucleul (n) care este înconjurat de citoplasmă perinucleară (Péterfi și Ionescu, 1979). Fiecare celulă a filamentului, cu excepția celei bazale, este capabilă de diviziune. Reproducerea asexuată se produce prin fragmentarea filamentelor, iar reproducerea sexuată prin conjugare, care este inițiată de două filamente așezate alăturat și care se înconjoară cu un strat de mucilagiu. Protoplastul cu potențe bărbătești al unei celule din filament trece, prin tubul de conjugare (copulare) format, în celula pereche din celălalt filament, cu potențe femeiești și formează un zigot (zigospor) care are un înveliș protector. Cele trei învelișuri suprapuse ale peretelui celular sunt denumite, de la exterior spre interior: exospor, mezospor și endospor (Lee, 2008). Suprafața exosporului este adesea ornamentată (sculptată). Până la începerea primăverii următoare, zigotul (zigosporul) rezistă în acest stadiu, după care germinează și produce prin meioză 4 nuclee haploizi, dintre care 3 se dezintegrează (Lee, 2008).

La *Spirogyra*, conjugarea este **scalariformă** și **anizogamă** (Fig. 90, 93 și 94). Acest gen cuprinde 532 de specii de apă (**222Chr**) dulce, cunoscute sub denumirea populară de **mătasea broaștei** (Pârvu, 2003).

Filamentele de *Spirogyra* fac mișcări fototactice spre lumină albastră (la 470 nm), dar nu spre lumină roșie (Kim et al., 2005). Aceste filamente au mișcări de alunecare și se dezvoltă intens, în ape reci, de primăvară, deoarece tolerează intensități luminoase mari (Lee, 2008).

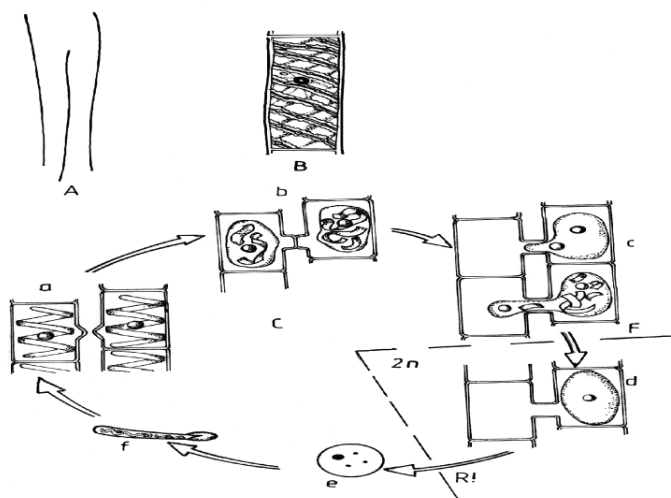


Fig. 90. Morfologia, structura talului și înmulțirea prin **conjugare** la *Spirogyra*:

- A. aspect macroscopic al talului; B. celulă de *Spirogyra*, cu cloroplast bandiform (cu pirenoizi) și nucleu; C. înmulțire prin conjugare: a. filamente de *Spirogyra*;
 b. formarea tubului de conjugare între două celule; c. conjugare (somatogamie);
 d. zigot; e. germinarea zigotului și formarea unui nucleu viabil; f. filament tânăr;
 F. fecundație; R!. diviziune reduțională.

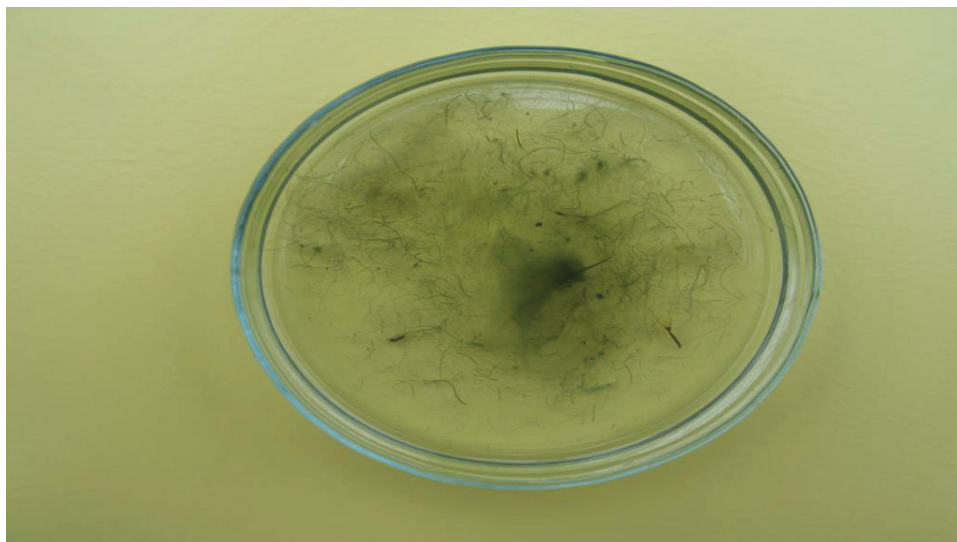


Fig. 91. Filamente de *Spirogyra* în vas Petri cu apă.

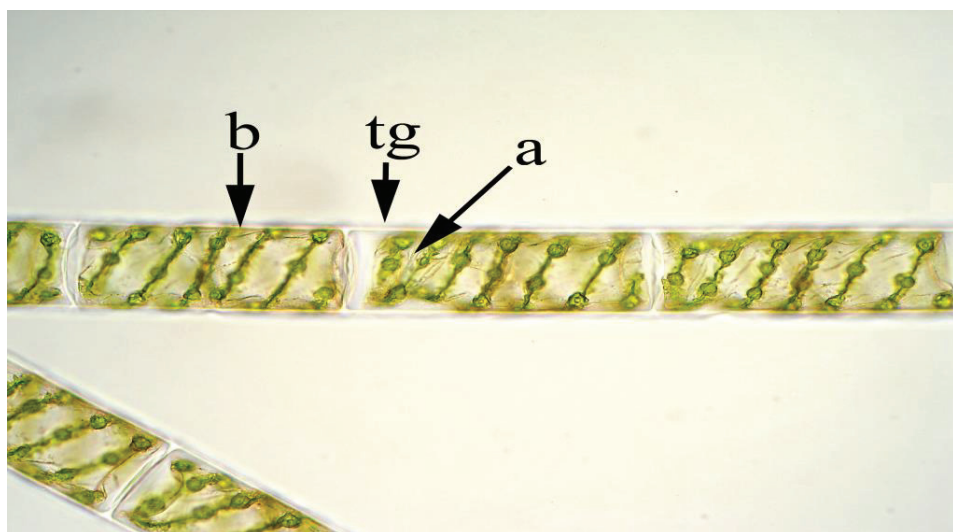


Fig. 92. Morfologia și structura (a. cloroplast cu pirenoizi; b. perete celular; tg. teacă gelatinoasă) talului de *Spirogyra* (imagine la microscop optic).

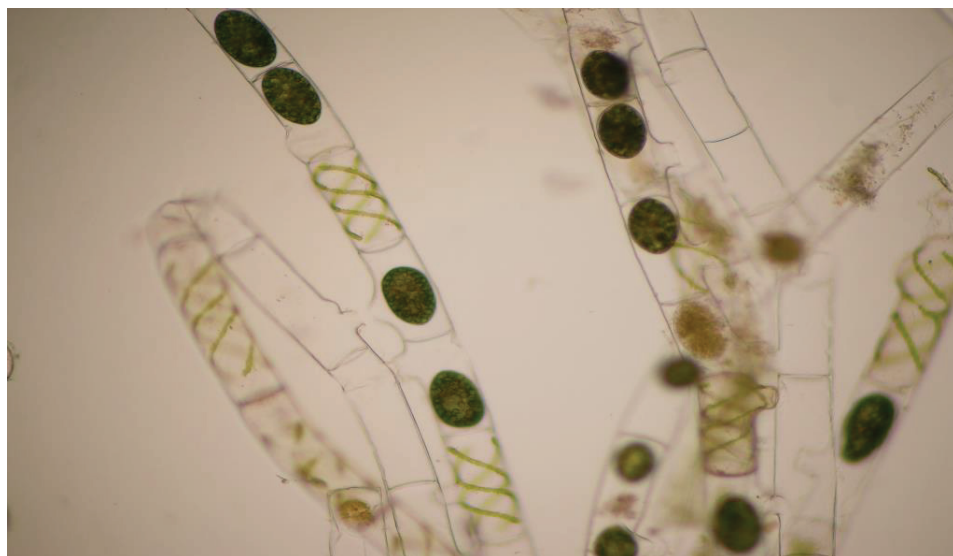


Fig. 93. Înmulțire prin conjugare anizogamă scalariformă la *Spirogyra* (imagine la microscop optic).

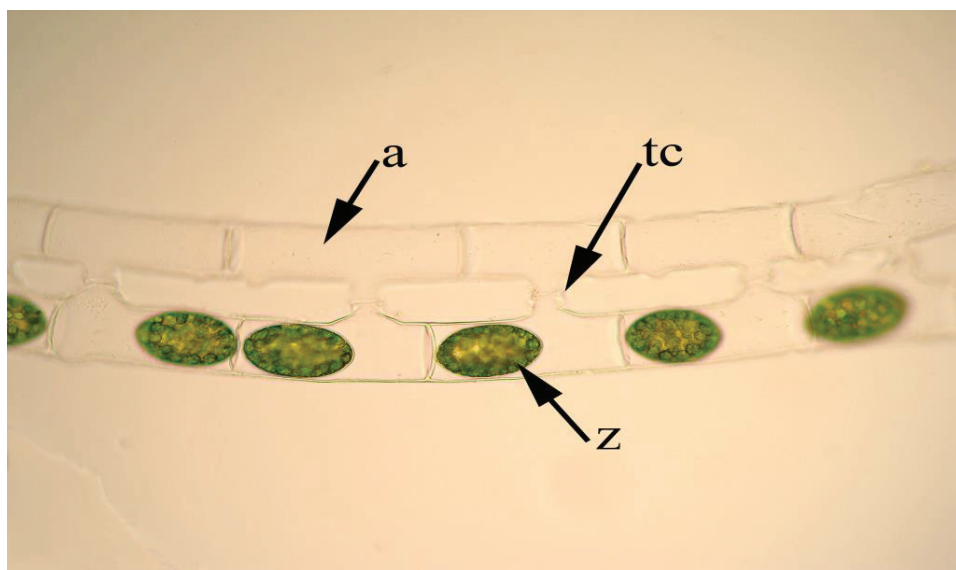


Fig. 94. Formarea de zigoți (z), prin conjugare anizogamă scalariformă (a. celulă; tc. tub de conjugare), în filament de *Spirogyra* (imagine la microscop optic).

Clasa Charophyceae

În clasa **Charophyceae (3Chr)** sunt 671 de specii de alge verzi **haplobionte**, macroscopice, pluricelulare, cu tal tisular, care se deosebesc de celelalte clorofite prin alcătuirea talului și modul de înmulțire. Aceste alge (669 de specii) sunt grupate în ordinul **Charales (31Chr)**.

Morfologia talului

La algele **Charales**, talul gametofitului este alcătuit dintr-un ax cu noduri și internoduri, așezate alternativ. Axul gametofitului este fixat, de substrat, de un sistem rizoidal, hialin și ramificat (Fig. 95, 96, 97 și 98).

La fiecare nod, se dezvoltă câte un verticil de ramuri scurte, care au aceeași alcătuire precum filamentul axial. Nodurile sunt formate din celule scurte, iar internodurile din celule lungi. Plasmodesmele sunt prezente (Lee, 2008). Un internod este alcătuit dintr-o celulă centrală de formă cilindrică. La *Chara*, celula centrală este învelită de celule lungi, așezate unistratificat, care alcătuiesc un înveliș cortical (Pop și colab., 1983). La *Nitella*, nu există înveliș cortical. Celulele nodale sunt uninucleate, iar celulele internodale devin plurinucleate.

Creșterea talului este apicală. Aceasta implică o singură celulă apicală mare, pentru fiecare ramură. Ramurile sunt așezate în verticile și au creștere limitată.

Structură celulară

Celulele algelor **Charales** sunt uninucleate sau plurinucleate. Ele au o vacuolă centrală mare și numeroase cloroplaste discoidale, în citoplasma. Organitele celulare prezintă aceleași caracteristici precum cele ale algelor **Chlorophyceae**. Amidonul este depozitat în cloroplaste, deși nu există pirenoizi. Peretele celular este impregnat cu carbonat de calciu (Scagel și colab., 1984).

Înmulțire

Algele **Charophyceae** se înmulțesc vegetativ și sexual. Înmulțirea vegetativă se realizează prin **bulbili**, care se formează prin dilatarea sistemului rizoidal și acumularea de substanță de rezervă.

Înmulțirea sexuală se realizează prin **oogamie**. Oogoaanele și anteridiile sunt situate pe ramurile scurte ale gametofitului, fiind înconjurate de celule sterile (Fig. 95 și 98). Anteridiile sunt sferice și au culoare gălbuie-roșietică. La suprafața anteridiei există un perete alcătuit din 9 celule, dintre care o celulă bazală și 8 celule triunghiulare denumite **octante**. Din centrul fiecărei octante pornește spre interiorul anteridiei o celulă alungită denumită **manubriu**. Apical, manubriul poartă alte celule mai mici pe care se dezvoltă filamente spermatogene pluricelulare (Pop și colab., 1983; Popescu, 2009).

În fiecare celulă a filamentelor spermatogene se produce câte un anterozoid biflagelat și asimetric, acoperit cu solzi, cu doi flageli inegali, înserați subterminal, asemănător morfologic cu cel de la *Coleochaete*. Flagelii anterozoidului se extind în partea opusă locului de inserție. Oogoaanele sunt ovoide și sunt acoperite cu un înveliș format din 5 celule alungite și răsucite în spirală. Capetele acestor celule se continuă cu alte 5 celule scurte care formează **coronula** (Lee, 2008).

În interiorul oogonului se formează o singură oosferă. Un anterozoid pătrunde în oogon și fecundează oosfera. Oogonul imatur este alb, iar după fecundație devine brun-negricios (Fig. 98)(Scagel și colab., 1984).

După fecundație, zigotul devine oospor și este acoperit cu un strat gros, protector, de celule vegetative. După o perioadă de repaus, nucleul zigotului se divide meiotic și apoi mitotic și formează 4 nuclee haploizi. Dintre aceștia, trei nuclee degenerază, iar nucleul funcțional se divide și formează un stadiu filamentos asemănător cu protonema de la mușchi.

Din acest stadiu filamentos se formează gametofitul care are creștere apicală (Scagel și colab., 1984).

Algele verzi **Charophyceae** sunt **haplobionte**, iar stadiul diploid este reprezentat numai de zigot. În ciclul biologic nu formează zoospori. Aceste alge prezintă importanță filogenetică și se consideră că plantele (embriofitele) au evoluat probabil din alge similare cu cele din **Charales** (Karol et al., 2001).

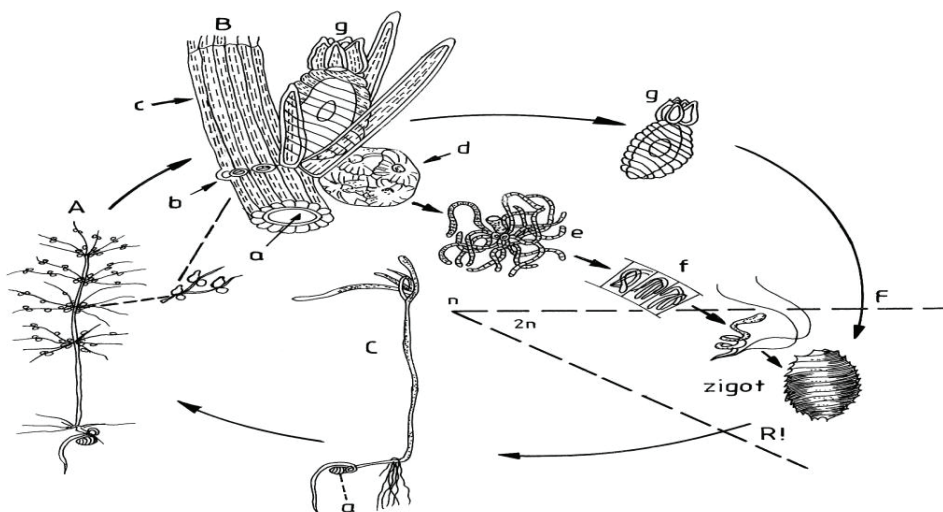


Fig. 95. Morfologia, structura talului și înmulțirea sexuată la *Chara*:
 A. aspect macroscopic al gametofitului; B. aspect microscopic: a. celulă centrală;
 b. celule nodale; c. internod; d. anteridie; e. filamente spermatogene; f. fragment
 de filament spermatogen cu anterozoizi; g. oogon; C. gametofit tânăr cu bulbili
 (a); F. fecundație; R!. diviziune reducțională.

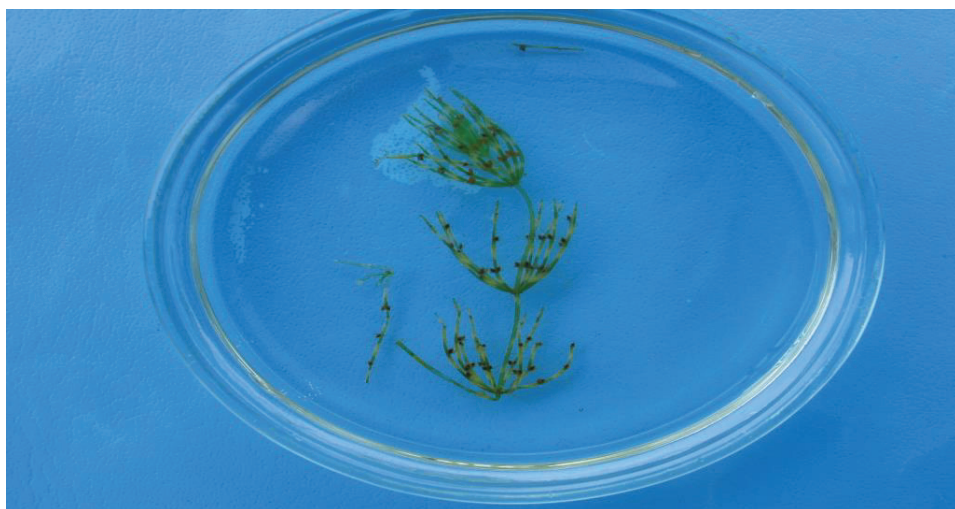


Fig. 96. Tal de *Chara globularis* în vas Petri cu apă.

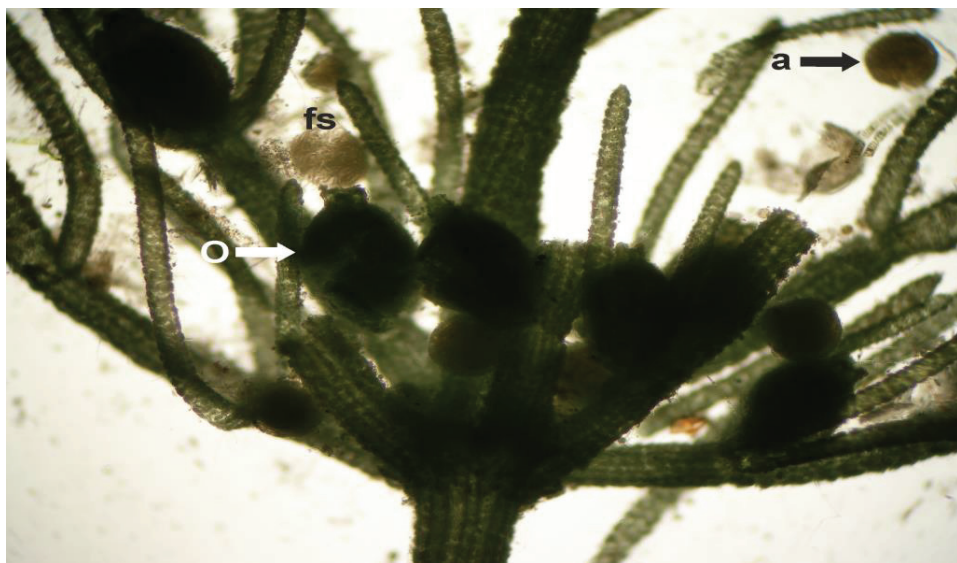


Fig. 97. Tal de *Chara globularis* cu oogoane (o), anteridii (a) și filamente spermatogene (fs) (imagine la microscop optic).

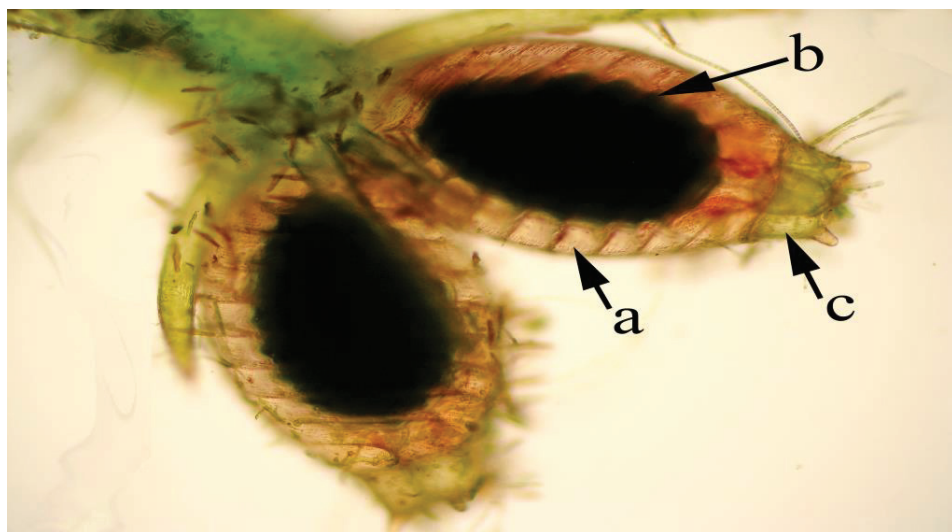


Fig. 98. Oogoane (a. perete; b. zigot; c. coronulă) fecundate de *Chara* (imagine la microscop optic).

Clasificare

Clasa **Charophyceae (3Chr)** cuprinde alge verzi actuale și fosile, grupate în ordinul **Charales (31Chr)**. Genuri caracteristice ale ordinului **Charales (31Chr)** sunt *Chara* (cu 160 de specii) și *Nitella* (cu 228 de specii).

Specia tip a genului *Chara (311Chr)* este *Chara vulgaris (3111Chr)* care se găsește în ape dulci. În ape dulci și ape marine se întâlnește *Chara globularis* (syn. *Chara fragilis*) (Fig. 97) (**3112Chr**).

Diferențierea speciilor actuale se bazează pe caracteristicile gametangiilor și morfologia gametofitelor (Scagel și colab., 1984).

La *Nitella*, celulele internodale nu au corticație (înveliș cortical), iar coronula este alcătuită din 10 celule (Pop și colab., 1983). Specia tip a genului *Nitella (312Chr)* este *Nitella opaca (3121Chr)*, care se găsește în ape dulci.

Majoritatea algelor **Charales** sunt de apă dulce, cu puțini reprezentanți care se găsesc în apă sărată. Algele **Charales** au talul calcifiat și s-au conservat ca fosile.

4.6.7. Mediul de viață

Algele verzi sunt întâlnite în diferite medii de viață (habitate). Majoritatea clorofitelor sunt acvatice, fiind predominante în apele dulci unde contribuie la formarea **fitoplanctonului**.

În mările reci, algele verzi se dezvoltă în ape puțin adânci, iar în mările calde, ajung până la adâncimi ce depășesc 100 m. În general, algele verzi marine sunt mai mari decât cele dulcicole (Scagel și colab., 1984).

Majoritatea reprezentanților unor genuri de alge verzi sunt restricționați fie la mediul marin, fie la cel dulcicol. Totuși, unele clorofite (*Ulothrix*, *Chlamydomonas*, *Cladophora*) sunt prezente în ambele medii (marin și dulcicol).

Anumite clorofite sunt terestre și se dezvoltă pe orice suprafață umedă: trunchiuri de copaci, pereți umezi, în sol, pe suprafața frunzelor. Alge verzi din genul *Chlamydomonas* se dezvoltă pe zăpadă și gheață și determină colorarea în roșu a acesteia datorită pigmentilor carotenoidici mascați din celule.

Anumite clorofite trăiesc în simbioză cu diferite organisme. Astfel, unele **Trebouxiales** trăiesc în **simbioză**, ca **fotobiont**, cu unele ciuperci și formează licheni (Pop și colab., 1983).

Alte specii de clorofite trăiesc în simbioză în celulele unor nevertebrate și protozoare. Unele clorofite nu au clorofilă și sunt saprofite sau facultativ patogene (Nagy-Tóth și Barna, 1998). Astfel, reprezentanții hialini din genul *Prototheca* determină o dermatoză la oameni și animale (câine, vacă, căprioară, oaie); aceasta afectează organe specifice (Scagel și colab., 1984).

Anumite clorofite trăiesc, în mase mari, în ape bogate în nutrienți (CaCO_3 , N_2 , P, Si și uneori tiamină) și care au intensitate luminoasă mare. Astfel de condiții sunt favorabile, pentru dezvoltarea speciei *Cladophora glomerata* (Scagel și colab., 1984).

În condiții favorabile de mediu, unele alge verzi, din genurile *Chlamydomonas* și *Scenedesmus*, se dezvoltă abundent și produc **înflorirea apelor** (Scagel și colab., 1984).

4.6.8. Origine și evoluție

Se consideră că strămoșii algelor verzi au fost organisme eucariote unicelulare și flagelate, care aveau pigmenți asimilatori caracteristici, precum clorofilă a, clorofilă b și caroteni (Raven și colab., 1992).

Primele fosile de alge verzi datează din **Precambrian**, din sedimente din estul Californiei, vechi de 1,3 miliarde de ani. Cele mai cunoscute fosile de alge verzi sunt reprezentanți din clasele **Bryopsidophyceae** (**Codiales**, **Dasycladales**) și **Charophyceae** care au pereții celulari mineralizați cu CaCO_3 (Scagel și colab., 1984).

Dovezile fosile ale algelor **Charophyceae** se întind din **Devonian** până în prezent. Cunoștințele despre evoluția acestui grup se bazează pe înregistrările fosile ale oogoanelor mineralizate cu CaCO_3 și pe morfologia celulelor externe ale acestora (Scagel și colab., 1984).

În prezent, ipotezele privind originea și filogenia algelor verzi se bazează, în principal, pe caracteristicile organismelor actuale.

Pe baza structurii celulare asemănătoare, a pigmentilor asimilatori (clorofilă a, clorofilă b, caroteni) comuni, precum și a produsului de depozitare (amidonul), se consideră că este posibil ca toate clasele de alge verzi să aibă o origine comună (Fig. 99). De asemenea, se susține ipoteza că cel puțin 2 – 3 linii (serii) evolutive s-au dezvoltat foarte devreme.

Între clasele de alge verzi există unele deosebiri semnificative. Astfel, la algele **Chlorophyceae**, fusul mitotic se desface în telofază și apare un **ficoplast** care este un sistem de microtubuli cinetici orientați paralel cu planul de diviziune celulară. La algele **Charophyceae**, fusul mitotic persistă în timpul telofazei. De asemenea, se formează un **fragmoplast** alcătuit din microtubuli orientați perpendicular pe planul de diviziune celulară, la fel ca și la plante (Raven și colab., 1992).

O linie evolutivă de clorofite cuprinde forme unicelulare mobile de tip *Chlamydomonas*, din care au apărut forme filamentoase neramificate de tip *Ulothrix*, ajungându-se la forme ramificate parenchimatice (*Fritschiella*), fixate pe substrat în mediul acvatic. Această linie nu a evoluat spre plante terestre, deși anumite forme (*Fritschiella*) sunt, oarecum, adaptate la condiții cu fluctuații de umiditate (Scagel și colab., 1984).

O a doua linie evolutivă a culminat cu plantele terestre. Stadiile intermediare ale acesteia sunt similare cu *Coleochaete* și *Chara*, deși niciuna nu ar trebui considerată strămoșul direct al **embriofitelor** (briofitelor și cormofitelor).

Date recente arată că ar putea exista o a treia linie evolutivă care să cuprindă specii de **Bryopsidophyceae** (*Bryopsis*, *Derbesia*) și de **Chlorophyceae** (*Ulothrix*, *Monostroma* și *Ulva*). La aceste alge, în citochineză lipsesc microtubulii, iar celulele mobile au un sistem radicular în cruce și au solzi celulari (Scagel și colab., 1984).

Pentru diferențierea liniilor evolutive se iau în considerare caracteristicile celulelor vegetative și reproducătoare (mobile), ale diviziunii celulare și ale ciclului de dezvoltare ontogenetică. Existența liniilor evolutive poate explica diversitatea formelor de alge verzi, adaptate la diferite habitate (Scagel și colab., 1984).

Algele verzi au importanță filogenetică deosebită. Se consideră că briofitele și plantele vasculare (cormofitele) au evoluat din alge verzi. Această ipoteză se bazează pe

asemănările dintre ele în ceea ce privește pigmentii asimilatori, produsul de rezervă, modul de nutriție, formarea peretelui celular și ultrastructura celulelor mobile. Deși s-au menționat mai multe grupuri ca strămoși probabili, cel mai bine cotate aparține algelor **Ulotrichales** și **Chaetophorales**. Alți autori menționează algele **Charales**.

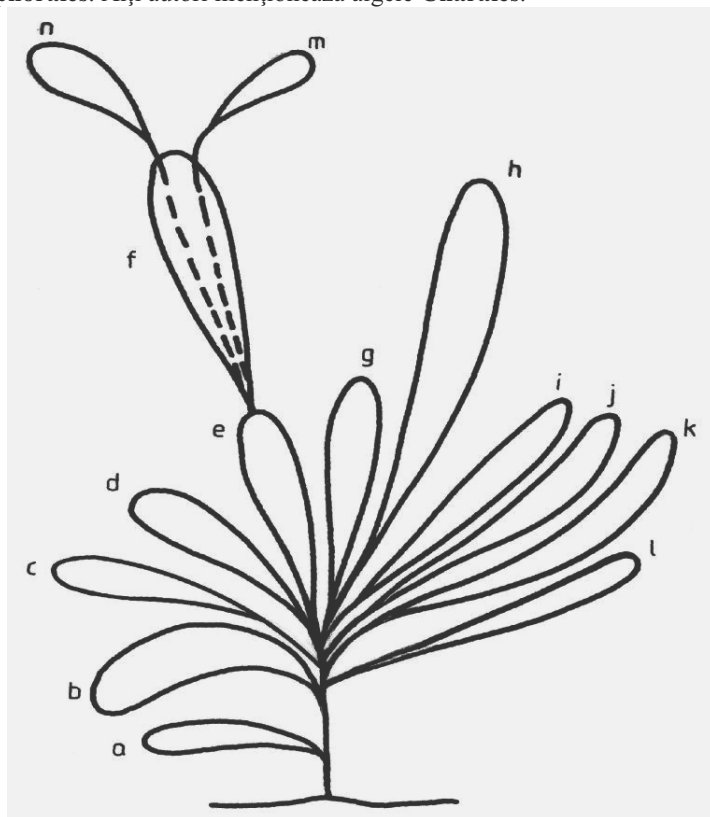


Fig. 99. Relații filogenetice ale clorofitelor:

a. **Euglenales**; b. **Volvocales**; c. **Chlorococcales**; d. **Oedogoniales**; e. **Ulotrichales**;
f. **Chaetophorales**; g. **Zygnematales**; h. **Charales**; i. **Cladophorales**; j. **Bryopsidales**;
k. **Dasycladales**; l. **Prasinophyceae**; m. **Bryophyta**; n. **Cormophytae**.

Se presupune că strămoșii plantelor terestre (briofitelor și cormofitelor) sunt clorofite oogametice străvechi la care talul este filamentos și are două generații (gametofit și sporofit) pluricelulare. La aceste alge, fecundarea are loc în interiorul gametangului femeiesc (oogonului), iar zigotul s-ar transforma direct într-un sporofit diploid. Un moment evolutiv important ar fi fost reținerea zigotului pe planta haploidă, unde, după fecundație, se formează un înveliș protector alcătuit din celule sterile. Unele dintre aceste caractere se

întâlnesc la **Ulotrichales** actuale și mai ales la **Chaetophorales** din genul *Coleochaete* (Scagel și colab., 1984).

Conform acestui model ipotetic evolutiv, se consideră că, în procesul de evoluție pe Pământ, a existat, probabil, o despărțire majoră în două linii evolutive principale, ca urmare a presiunii de selecție exercitate asupra celor două generații (gametofitice și sporofitice).

O linie evolutivă a dus la briofite, la care gametofitul este dominant, iar sporofitul este dependent și atașat pe gametofit. Se presupune că acesta ar fi un răspuns natural al plantelor care trăiesc în apă, în locuri foarte umede sau la umbră. În aceste locuri există apă suficientă, pentru a aproviziona gametofitul și pentru a asigura producerea gameților și unirea lor (Scagel și colab., 1984).

A doua linie evolutivă a dus la plantele vasculare, adaptate la condiții de uscăciune și care au generația sporofitică dominantă.

Legăturile filogenetice ale algelor verzi sunt complexe și greu de reprezentat. În această încrângătură există numeroase linii evolutive. Astfel, în ordinul **Volvocales** se poate observa evoluția de la formele unicelulare mobile de tip *Chlamydomonas* la forme coloniale cu celule diferențiate de tip *Volvox*. De asemenea, celulele de *Chlamydomonas* prezintă asemănări cu celulele euglenofitelor de tip *Euglena*, ceea ce arată înrudirea dintre acestea.

Se consideră că algele verzi **Chlorococcales** reprezintă, probabil, o linie evolutivă colaterală a clorofitelor, la fel ca și **Volvocales** (Scagel și colab., 1984).

Asemănările dintre algele verzi **Charophyceae** și plantele tericole (mușchii și plante vasculare) și lunga istorie fosilă a acestora indică o divergență timpurie, cu probabil 500 de milioane de ani în urmă, în **Cambrianul** timpuriu (Scagel și colab., 1984).

4.6.9. Bibliografie

- Chen, Y.-C., 1998, Development of protoplasts from holdfasts and vegetative thalli of *Monostroma latissimum* (Chlorophyta, Monostromataceae) for algal seed stock. *J. Phycol.* 34:1075-81.
- Huisman, J.M., 2015, Algae of Australia: marine benthic algae of north-western Australia Green and brown algae, Canberra & Melbourne: ABRS & CSIRO Publishing, 1-320 pag.
- Karol K.G., McCourt R.M., Cimino, M.T., and Delwiche C.F., 2001, The closest living relatives of land plants, *Science* 294: 2351-3.
- Kim, G.H., Yoon, M., Klotchkova, T.A., 2005, A moving mat: phototaxis in the filamentous green alga *Spirogyra* (Chlorophyta, Zygnemataceae). *J. Phycol.* 42:232-7.
- Lee, R.E., 2008, Phycology, Cambridge University Press, Cambridge.
- Nagy-Tóth, F., Barna, A., 1998, Alge verzi unicelulare (Chlorococcales) Determinator, Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
- Péterfi, Ș., Ionescu, A., 1977, 1979, Tratat de algologie, vol. II, III, Ed. Academiei R.S.România, București.
- Pârvu, M., 2003, Botanică sistematică I, Ed. Gloria, Cluj-Napoca.
- Pop, I., Hodișan, I., Mititelu, D., 1983, Botanică sistematică, Ed. Didactică și Pedagogică, București.
- Popescu, G.G., 2009, Introducere în botanica filogenetică, Ed. Sitech, Craiova.

Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E., 1992, *Biology of Plants*, Worth Publishers, New York, S.U.A.

Scagel, R.F., Bandoni, R.J., Maze, J.R., Rouse, G.E., Schofield, W.B., Stein, J.R., 1984, *Plants – An Evolutionary Survey*, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California.

Sitte, P., Ziegler, H., Ehrendorfer, F., Bresinsky, A., 1998, *Lehrbuch der Botanik für Hochschulen*, Ed. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – Jena – Lübeck – Ulm.

Wutz M, Zetsche K., 1976, *Biochemistry and regulation of the heteromorphic life cycle of the green alga Derbesia-Halicystis*, *Planta*, 129(3): 211-6.

Site-ografie

IRP <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=1>

Ichl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=97241>

1Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4355>

11Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=106540>

111Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=7051>

112Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6930>

1121Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=27814

113Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6902>

1131Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=27945

114Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6903>

1141Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=27940

115Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6901>

1151Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=27949

116Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6898>

1161Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=27955

117Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8026>

1171Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=27399

12Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4516>

121Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6966>

13Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4567>

131Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8274>

132Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=7021>

133Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=7019>

2Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4356>

21Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4515>

211Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6964>

2111Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=27676

212Chl http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=44581&-session=abv4:AC1F11E20a10311A08Hg2EF2D630

22Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=90759>

221Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6912>

222Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6976>

223Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6918>

2231Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=168329
 224Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6977>
 2241Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=27496
 23Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=89578>
 231Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=87979>
 24Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4583>
 241Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=77514>
 242Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=7024>
 2421Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=27263
 3Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4357>
 31Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4566>
 311Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8343>
 3111Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=1234
 3112Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=562
 32Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4584>
 321Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8416>
 3211Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=39&sk=0&from=results
 33Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4582>
 331Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8414>
 3311Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=1393
 34Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4585>
 341Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8338>
 3411Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=238
 342 Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8295>
 3421Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=355
 343Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8433>
 3431Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=1132
 3432Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=10
 344Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8413>
 3441Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=242
 35Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4563>
 351Chl <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=8297>
 3511Chl http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=351
 1Chr <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=97242>
 1Chr <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=96694>
 11Chr <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4508>
 111Chr http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=28012
 1111Chr http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=28012
 012
 2 Chr <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=113648>
 21Chr <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=109588>
 211Chr <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6873>
 2111Chr http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=28227

212 Chr http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=28326
 2121Chr http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=28326
 213Chr <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6867>
 2131Chr http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=28796
 2132Chr http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=102436
 214Chr <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6862>
 2141Chr http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=29009
 2142Chr http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=35318
 22Chr <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4523>
 221Chr <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6833>
 222Chr <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=6835>
 3Chr <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4348>
 31Chr <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=4526>
 311Chr <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=7030>
 3111Chr http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=27184
 3112Chr http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=50652
 312Chr <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=7028>
 3121Chr http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=35608

3. Ciuperci

Ciupercile reprezintă un grup numeros și divers de organisme care au un mod unic de viață. Acestea sunt lipsite de pigmenți asimilatori și duc o viață **heterotrofă** (saprofită sau parazită).

Cu toată marea lor diversitate specifică, majoritatea ciupercilor prezintă câteva trăsături comune, precum: structura miceliului, modul de înmulțire, modul de viață etc. (Pârvu, 2003).

3.1. Morfologia talului

Aparatul vegetativ (talul) al ciupercilor este denumit **miceliu**. Acesta este lipsit de clorofilă și este format dintr-o singură celulă (tal unicelular) sau mai multe celule (tal pluricelular).

La ciupercile inferioare, talul este un **plasmodiu**. Acesta este lipsit de perete celular și este format din membrană plasmatică, citoplasmă și nucleu. La alte ciuperci inferioare, talul este un **gimnoplast**, format din membrană plasmatică, citoplasmă și nucleu (Fig. 100).

Numeroase ciuperci au talul (miceliul) format din hife (unicelulare sau pluricelulare) acoperite cu perete celular. Miceliul unicelular ramificat, neseptat și plurinucleat poartă denumirea de **sifonoplast**. La unele ciuperci, miceliul este unicelular de tip **dermatoplast** (Pârvu, 2003).

Cele mai multe ciuperci au miceliul alcătuit din hife filamentoase, septate, ramificate și pluricelulare. Miceliul poate fi primar și secundar. **Miceliul primar** este alcătuit din hife pluricelulare care conțin câte un nucleu haploid (n) în fiecare celulă.

Miceliul secundar (dicariotic) se caracterizează prin prezența a câte doi nuclei haploizi în fiecare celulă (Fig. 100).

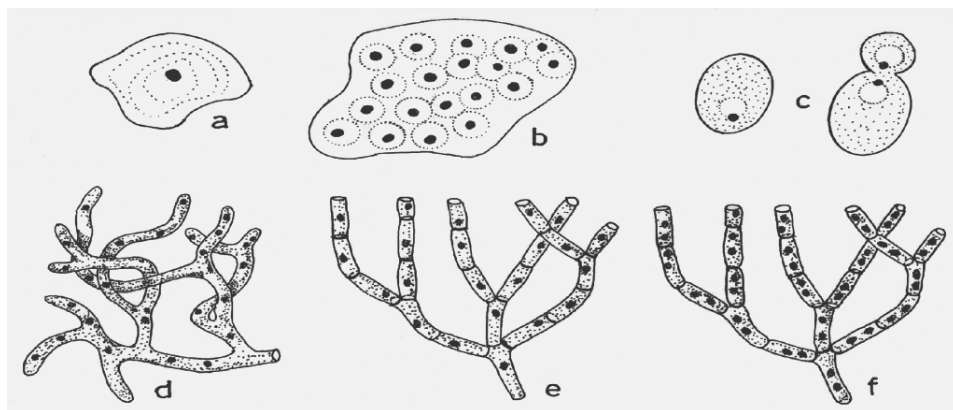


Fig. 100. Tipuri de tal la ciuperci:

a. gimnoplast; b. plasmodiu; c. dermatoplast; d. sifonoplast; e. miceliu primar; f. miceliu secundar.

La cele mai evoluate ciuperci (**Basidiomycota**), pe lângă miceliul primar și secundar, se întâlnește și **miceliul terțiar**. Acest miceliu este alcătuit din celule binucleate precum miceliul secundar, de care se deosebește printr-o structură anatomo-histologică aparte. Miceliul terțiar ia parte la formarea bazidiocarpilor (carpozoamelor, bazidiofructelor) fungici (Pârvu, 2003).

Miceliul primar și miceliul secundar se deosebesc între ele și în ceea ce privește structura septului hifei. Acest sept poate fi simplu la ciupercile ascomicete și mai complex (**sept dolipor**) la ciupercile bazidiomicete (Fig. 101).

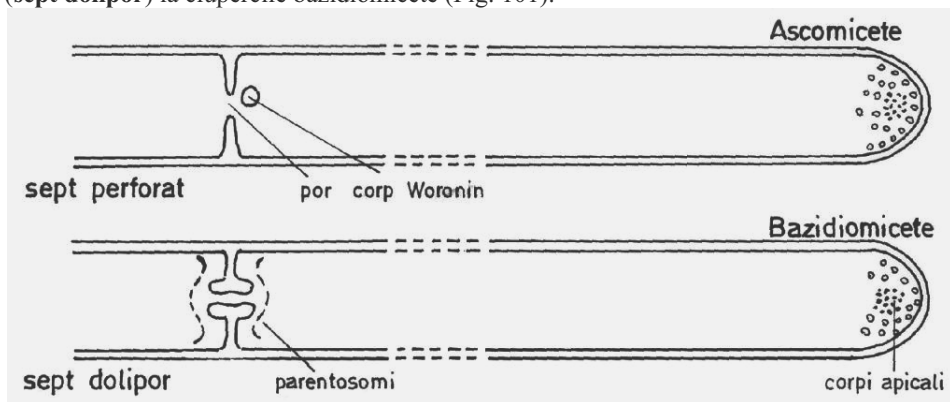


Fig. 101. Sept hifal la ciuperci (după Gams și colab., 1987)

Hifele miceliene pot fi independente sau împletite și dau naștere la structuri foarte diferite, cu roluri multiple în viața ciupercilor.

Durata de viață a miceliului la ciuperci este diferită. În funcție de aceasta, ciupercile sunt anuale, bianuale și plurianuale (Pârvu, 1996).

3.2. Structură celulară

Celula fungilor (ciupercilor) este de tip eucariot și este alcătuită din membrană plasmatică (plasmalemă), citoplasmă și nucleu. Majoritatea celulelor fungice sunt acoperite de perete celular. Forma, grosimea și structura peretelui celular sunt diferite, în funcție de grupul de ciuperci și de treapta de evoluție pe care se află acestea.

Astfel, peretele celular este format din **celuloză** și **glucan** (la **Oomycota**), **chitină** și **chitosan** (la **Zygomycota**), **chitină** și **glucan** (la **Chytridiomycota**, **Ascomycota**, și **Basidiomycota**). Sinteza chitinei de către celula fungică se face pornindu-se de la glucozo-6-fosfat (Isaac, 1992).

Citoplasma celulei fungice este hialină către exterior și are aspect granular către interior. Citoplasma celulelor care alcătuiesc talul pluricelular al ciupercilor se găsește în contact intim prin intermediul plasmodesmelor. În citoplasmă se găsesc organele caracteristice celulei de tip eucariot. Celula fungică nu conține plastide.

În celula fungică se află un număr variabil de nuclei, în raport de tipul de tal și stadiul dezvoltării ontogenetice. Nucleii au forme diferite (sferică, ovoidă) și dimensiuni cuprinse între 1 μm și 20 μm (Pârvu, 2003).

Nucleul celular conține în interior nucleoplasmă, fibre de cromatină, unul sau mai mulți nucleoli și este acoperit de membrana nucleară. Numărul cromozomilor variază, în general, în cadrul diferitelor genuri și specii de fungi (Weber, 1993). De asemenea, cantitatea (%) de G + C din ADN prezintă valori diferite, în funcție de specie (Prescott și colab., 1996).

3.3. Înmulțire

Ciupercile sunt organisme cu o capacitate foarte mare de înmulțire. Aceasta se realizează **vegetativ, asexuat și sexuat**.

Înmulțirea vegetativă se realizează prin porțiuni de miceliu, înmugurire, scleroți și clamidospori. O porțiune de miceliu al ciupercii regenerează în condiții prielnice și continuă procesele de creștere și dezvoltare. Unele ciuperci se înmulțesc vegetativ prin **înmugurire** (blastospori). **Clamidosporul** este constituit dintr-o porțiune de miceliu care se înconjoară cu o membrană groasă și care reproduce întregul organism în condiții favorabile. **Sclerotul** este o formațiune structurală alcătuită din hife miceliene împletite strâns la exterior (**paraplectenchim**) și mai puțin dens la interior (**prosoplectenchim**). Scleroții se întâlnesc atât la ciuperci saprofite, cât și la ciuperci parazite (din genurile *Botrytis*, *Sclerotinia* etc.). Clamidosporii și scleroții au rol important în supraviețuirea fungilor (Isaac, 1992).

Înmulțirea asexuată se realizează prin spori asexuați specializați. Ciupercile produc două categorii de spori asexuați - **sporangiospori** și **conidii** – care au rol important în supraviețuirea și răspândirea lor. Sporangiosporii sunt caracteristici ciupercilor

inferioare, iar conidiile se formează cu precădere la ciupercile superioare. Trecerea de la sporangiospori la conidii este legată, în special, de adaptarea ciupercilor, prin trecere de la mediul acvatic la mediul uscat (Pârvu, 1996).

Sporangiosporii (sporii endogeni) se formează în interiorul celulelor sau al unor organe denumite sporangi. Sporii endogeni se deosebesc între ei, în ceea ce privește mobilitatea. Din acest punct de vedere, se disting două categorii de spori: zoospori și aplanospori.

Zoosporii (planosporii) se dezvoltă într-un sporangie (sporocist) situat terminal pe hifă sau pe un **sporangiofor**. Ei sunt prevăzuți cu flageli (1 sau 2) care le asigură mobilitatea (Pârvu, 2003).

Aplanosporii sunt spori imobili care se formează în sporangie situat terminal pe hifă specializată numită sporangiofor. Sporii se eliberează din sporangie prin ruperea peretelui (Pârvu, 2003).

Conidiile sunt spori exogeni care se formează pe hife specializate denumite conidiofori. Pe un conidiofor se formează o singură conidie sau mai multe. Conidiile sunt diferite ca formă, ca ornamentație și ca număr de celule.

Conidioforii și conidiile (**conidiomata**) ciupercilor sunt grupate în mod diferit. Astfel, în funcție de modul de grupare, se disting următoarele categorii: **coremie**, **acervul**, **picnidie**, **sporodochie** (Pârvu, 2003).

Coremia are în general aspect de coloană și este alcătuită din conidiofori grupați în mănunchiuri strâns legate. Fiecare conidiofor are conidii în vârf.

Acervulul este constituit din hife împletite strâns, care poartă la suprafața lor conidiofori scurți cu conidii. De regulă, acervulii se formează în interiorul țesuturilor plantei gazdă. Ei devin liberi prin ruperea cuticulei și epidermei, atunci când conidiile ajung la maturitate.

Picnidia este o formațiune miceliană de formă rotunjită care comunică cu exteriorul printr-o ostiolă. Ea are o membrană alcătuită din hife împletite pe care sunt așezați la interior conidiofori scurți. În vârful conidioforilor se află spori denumiți **picnospori**.

Sporodochia are aspectul unei pernițe și se formează prin împletirea hifelor miceliene la suprafața organelor atacate. Pe suprafața hifelor se diferențiază conidiofori scurți și conidii.

Înmulțirea asexuată este răspândită în natură și este întâlnită cu preponderență în faza haploidă a ciupercilor (Pârvu, 2003).

La ciuperci, înmulțirea sexuată se realizează prin **gametogamie**, **gametangiogamie** și **somatogamie**. Rezultatul înmulțirii sexuate este formarea sporilor sexuați care prezintă caractere taxonomice importante și sunt folosiți la diferențierea grupelor majore de fungi. Sporii sexuați sunt denumiți **zigospor**, **oospor**, **ascospor** și **bazidiospor** (Pârvu, 1999).

Zigosporul este sporul sexuat caracteristic ciupercilor **Zygomycota**. Acesta se formează în înmulțirea sexuată denumită **gametangiogamie**.

Oosporul este sporul sexuat caracteristic ciupercilor **Oomycota**. Acest spor se formează în înmulțirea sexuată denumită **oogamie**, care este o formă evoluată de

heterogametangiogamie. Gametangiul femeiesc conține una sau mai multe oosfere (n) și se numește oogon. Gametangiul bărbătesc (anteridia) conține mai mulți nuclei haploizi.

Ascosporul este sporul sexuat caracteristic ciupercilor **Ascomycota**. Acesta se formează în urma înmulțirii sexuate denumite **ascogamie**. Ascosporii se formează în **asce**. La majoritatea ciupercilor ascomicete, ascele sunt grupate în corpuri sporifere (ascocarpi). La unele ciuperci ascomicete, ascele se formează libere la suprafața substratului și se numesc **gimnoasce**.

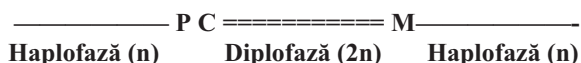
Bazidiosporul este sporul sexuat caracteristic ciupercilor **Basidiomycota**. Acești spori se formează în urma înmulțirii sexuate, care în cele mai multe cazuri este o somatogamie (conjugare). Bazidiosporii se formează pe **bazidie**, de care sunt fixați prin **sterigme** scurte (Pârvu, 2003).

Înmulțirea sexuată are o importanță deosebită în lumea ciupercilor și în general în lumea vie, deoarece asigură variabilitatea genetică în cadrul speciilor.

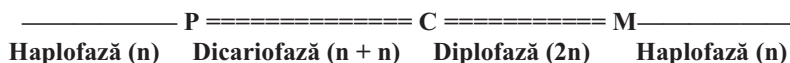
3.4. Dezvoltare ontogenetică

În ciclul de viață al ciupercilor, există două faze: **haplofaza** (faza haploidă) și **diplofaza** (faza diploidă). Haplofaza are celule cu **n** cromozomi, iar **diplofaza** are celule cu **2n** cromozomi. Prin fecundație (F) se face trecerea de la faza haploidă la cea diploidă, iar prin diviziune reduțională sau meioză (M) se face trecerea din nou la haplofază. O particularitate a modului cum se desfășoară procesul sexual o constituie faptul că fecundația constă din două etape distincte: **plasmogamia** (P) și **cariogamia** (C). Plasmogamia constă în fuzionarea citoplasmelor a două celule de sex diferit, iar în cariogamie are loc contopirea nucleilor.

Schema alternanței fazelor nucleare la ciupercile inferioare se prezintă astfel:



La ciupercile evoluate (**Ascomycota**, **Basidiomycota**), există o fază intermediară (dicariofază) situată între **haplofază** și **diplofază**, în care nucleii rămân separați o perioadă de timp, după fuzionarea citoplasmei.



În ciclul biologic al fungilor, se disting, în general, două stadii succesive: stadiul **anamorf** (asexuat, imperfect) și stadiul **teleomorf** (sexuat, perfect).

3.5. Nutriție

După relațiile lor cu substratul nutritiv, ciupercile se clasifică în parazite și saprofite. Ciupercile parazite sunt acelea care într-unul sau în toate stadiile ontogenezei lor

se hrănesc din țesuturi vii. După gradul parazitismului lor, pot fi parazite obligate și parazite facultative.

Ciupercile **parazite obligate** prezintă gradul cel mai înalt de parazitism. Ele duc o viață strict parazitară și sunt dependente de țesuturile vii. Aceste ciuperci nu se pot dezvolta pe substraturi organice lipsite de viață și nu pot fi cultivate pe medii artificiale de cultură.

Ciupercile **parazite facultative** au un parazitism mai puțin pronunțat. În mod obișnuit, ele se hrănesc ca saprofite, dar în anumite condiții favorabile devin parazite.

Ciupercile saprofite sunt acelea care se hrănesc pe diferite substraturi organice lipsite de viață. Ele pot fi **saprofite facultative** și **saprofite obligate**. Ciupercile saprofite facultative duc, în mod obișnuit, o viață parazitară, dar în anumite condiții pot trăi și ca saprofite. Ciupercile saprofite obligate nu au niciun stadiu parazitar în dezvoltarea lor și nu sunt patogene (Pârvu, 2003).

Între aceste grupe și subgrupe nu se poate face o separație distinctă, deoarece în natură există o multitudine de moduri de nutriție intermediare între parazitism și saprofitism.

Prin **parazitism** se înțelege conviețuirea disarmonică dintre două organisme în care unul dintre ei - parazitul - se hrănește pe seama și în detrimentul celuilalt. Efectul parazitismului este starea de boală. Conviețuirea dintre cei doi parteneri este condiția esențială pentru apariția și desfășurarea procesului patologic.

Problema originii și evoluției parazitismului a fost studiată cel mai bine la ciuperci. S-a ajuns la concluzia că modul inițial de nutriție este cel saprofit. Din acesta a derivat modul de nutriție parazit, după următoarea schemă de evoluție: **saprofit → facultativ parazit → facultativ saprofit → parazit obligat**.

Spre deosebire de paraziții animali și de antofitele parazite, parazitismul la ciuperci nu a apărut prin regresie sau degenerarea organismului, ci prin modificări adaptative care au avut loc în decursul unui proces îndelungat de selecție naturală.

Procesele de metabolism ale ciupercilor se caracterizează printr-o bogată activitate enzimatică, care le facilitează procesele de nutriție atât în mediul saprofit, cât mai ales în cel parazit.

Germinarea, sporularea, creșterea și dezvoltarea ciupercilor, însușirile parazitare ale acestora etc. sunt influențate de factorii externi ai mediului. Dintre acești factori, cei mai importanți sunt temperatura, umiditatea, lumina, aerul și substanțele toxice (Pârvu, 2003).

3.6. Simbioze fungice

Numeroase ciuperci formează asociații simbiotice cu diferite organisme: plante vasculare, alge verzi, cianobacterii (alge albastre-verzi) etc. În funcție de componenții asociației, se disting diferite tipuri de simbioze: **micorize**, **licheni** etc.

3.6.1. Micorize

Micorizele (gr. mykes = ciupercă; rhyza = rădăcină) sunt **asociații simbiotice** între rădăcinile plantelor vasculare și ciuperci. Micorizele se întâlnesc la majoritatea grupelor de

plante vasculare. Ele lipsesc doar la câteva grupe de antofite, cum sunt familiile **Brassicaceae** și **Cyperaceae** (Raven și colab., 1992).

Asocierile micorizante sunt importante, pentru cei doi simbionți. Astfel, planta obține mai ușor din sol fosfor și alți nutrienți prin intermediul hifelor fungice, iar ciuperca beneficiază de substanță organică sintetizată de plantă în procesul de fotosinteză. O parte din substanța organică este depozitată în ciupercă pentru formarea corpurilor sporifere (Isaac, 1992).

Ciupercile care participă la formarea micorizelor aparțin la diferite grupe sistematice: **Zygomycota**, **Ascomycota** și **Basidiomycota** (Pârnu, 2003).

Tipuri de micorize

Se disting două categorii majore de micorize: **endomicorize** și **ectomicorize**. Dintre acestea, endomicorizele sunt mai comune și se întâlnesc la peste 80% dintre plantele vasculare.

Endomicorizele au ca și componentă micotică o **ciupercă zigomicetă**. S-au identificat circa 200 de specii de ciuperci implicate în astfel de asociații simbiotice.

Endomicorizele se caracterizează prin aceea că hifele ciupercii penetrează celulele corticale ale rădăcinilor plantelor, unde formează structuri arboricole sau veziculare. Hifele ciupercii se extind spre exteriorul rădăcinii, în solul înconjurător, putând să absoarbă mari cantități de fosfați și alți nutrienți esențiali pentru plantă (Raven și colab., 1992).

Unele endomicorize sunt esențiale, pentru germinația și creșterea plantelor. Endomicorizele specifice plantelor **Orchidaceae** au fost intens studiate (Zamfirache și Toma, 2000). La orhidee, prezența unor ciuperci endofite din genul *Rhizoctonia* este obligatoriu, pentru germinația semințelor și creșterea plantelor (Pârnu, 1996).

În asocierile ectomicorizante participă, în principal, ciuperci **Basidiomycota** (*Amanita*, *Boletus*, *Cortinarius*, *Lactarius*, *Russula*, *Tricholoma* etc.), **Ascomycota** (*Tuber*) și **Zygomycetes** din genul *Endogone* (Isaac, 1992).

Ectomicorizele se caracterizează prin aceea că ciuperca nu penetrează celulele corticale ale plantei, dar formează un strat păslos în jurul rădăcinii. Hifele cresc între celulele corticale ale rădăcinii și formează o structură caracteristică care funcționează ca o interfață între ciupercă și plantă. De asemenea, hifele ciupercii se extind în solul din jurul rădăcinii, de unde absorb o serie de nutrienți pe care îi furnizează plantei. La rădăcinile ectomicorizante, lipsesc perișorii sugători, iar funcția lor este preluată de hifele miceliene.

În asocierile ectomicorizante sunt implicate cel puțin 5 000 de specii de ciuperci care, deseori, au un grad înalt de specificitate (Raven și colab., 1992).

În concluzie, micorizele reprezintă o simbioză omniprezentă în lumea vegetală, care determină o creștere armonioasă a celor 25 000 de specii de plante vasculare la care apar (Isaac, 1992).

3.6.2. Licheni

Lichenii sunt organisme care s-au format în urma unei simbioze îndelungate între o ciupercă (**micobiont**) și o algă (**fotobiont**) sau o ciupercă și doi fotobionți (o algă verde și o cianobacterie). Aceasta este una dintre cele mai comune și răspândite simbioze.

Datele din literatură menționează numeroși licheni: 19.387 de specii în 995 genuri și 8 clase (Lücking et al., 2017). Simbioza la licheni a fost descrisă, pentru prima dată, de Schwendener, în 1867 (Isaac, 1992).

3.6.2.1. Morfologia talului

Corpul vegetativ al unui lichen este cunoscut sub denumirea de **tal** și este alcătuit din două organisme: **micobiontul** (o ciupercă) și **fotobiontul**: o algă verde sau o cianobacterie. La alți licheni, în tal există un micobiont și doi fotobionți: o algă verde și o cianobacterie. Lichenii au caracteristici (morfologice, fiziologice și biochimice) destul de diferite de cele ale organismelor componente (Isaac, 1992).

Există peste 13 500 de specii de ciuperci care formează licheni. Acestea aparțin încrengăturilor **Ascomycota** și **Basidiomycota** (Ciurchea, 1998). Marea majoritate (peste 99%) a ciupercilor care formează licheni sunt **Ascomycota** (Zamfirache și Toma, 2000; Pârvu, 2003).

De asemenea, s-a constatat că majoritatea ciupercilor care se găsesc în licheni nu există libere în natură. În ceea ce privește mărimea talului, există macrolicheni și microlicheni (forme microscopice).

Majoritatea fotobionților (peste 70% dintre specii) care se găsesc în talul lichenilor sunt alge verzi unicelulare și filamentoase. Cele mai comune alge verzi aparțin genurilor *Trebouxia*, *Pseudotreboxia*, *Pleurococcus*, *Chaenotheca*, *Hyalococcus*. Dintre cianobacterii (algele albastre-verzi), în talul lichenilor se găsesc specii de *Nostoc*, *Scytonema*, *Rivularia*, *Gloeocapsa* etc. (Ciurchea, 1998).

La majoritatea lichenilor, este prezentă o singură specie de fotobiont (simbiont algal). Totuși, la unele specii, se mai poate găsi o a doua specie, reprezentată de o cianobacterie localizată în cefalodii. **Cefalodiile** sunt protuberanțe pe corpul lichenilor care pot deveni uneori separate și pot exista ca licheni individuali (Isaac, 1992).

Din punct de vedere morfologic, lichenii prezintă numeroase forme care variază de la agregări celulare la taluri cu structură complexă. Principalele tipuri morfologice de tal sunt crustos, foliaceu (frunzos) și fruticulos. Lichenii crustoși au talul ca o crustă, care aderă strâns de substrat. Lichenii foliacei au talul lamelar cu simetrie dorsoventrală și fixat de substrat prin formațiuni filiforme denumite **rizine**. Lichenii fruticuloși (tufoși) au aspectul unor tufe ramificate și prezintă simetrie radiară. Când sunt lungi și subțiri, talul se prezintă sub forma unor filamente, care ajung până la 3 – 4 m lungime. Anumiți licheni fruticuloși corticoli se fixează pe copaci cu ajutorul unui **rizoid** (crampon) dezvoltat. Culoarea talului lichenilor este foarte variată (albă, galbenă, cenușie, brună, verde etc.) și este determinată de coloranți (pigmenți) specifici.

Pe suprafața lichenilor se pot observa formațiuni specifice, precum **soredii**, **izidii** și **cefalodii** (Pop și colab., 1983).

Sorediile sunt formațiuni sferice alcătuite din celule algale înconjurate de hife de ciuperci (Fig. 102). Izidiile sunt formațiuni columnare care au aceeași alcătuire ca și talul lichenilor pe care s-au format. Prin desprindere de tal, pot da naștere la un nou lichen. Cefalodiile sunt caracteristice numai anumitor licheni din genul *Peltigera*. Acestea conțin în alcătuirea lor o cianobacterie (*Nostoc*, *Gloeocapsa*).

Lichenii care conțin ciuperci **Ascomycota** formează apotecii sau peritecii în care se găsesc asce cu ascospori. Apoteciile au formă de cupă, sunt sesile sau pedicelate și se formează pe suprafața talului. Periteciile sunt cufundate în talul lichenilor și prezintă un por (ostiolă) prin care se eliberează ascosporii din asce. Numeroase specii prezintă în tal picnidii care conțin piconspori (conidii).

3.6.2.2. Structura talului

Din punct de vedere structural, lichenii prezintă caractere distinctive, în funcție de grup, care au valoare taxonomică. Aceste caractere diferă în funcție de morfologia talului (crustos, foliaceu, fruticulos), tipul de fotobiont (algă verde sau cianobacterie), organizarea hifelor ciupercii etc.

În interiorul talului, hifele ciupercii pot fi orientate și, în unele cazuri, așezate în straturi. De aceea, mulți licheni au structură distinctă. Din punct de vedere morfologic, hifele ciupercilor care se găsesc în structura lichenilor sunt destul de asemănătoare cu cele ale speciilor care nu formează licheni (Isaac, 1992).

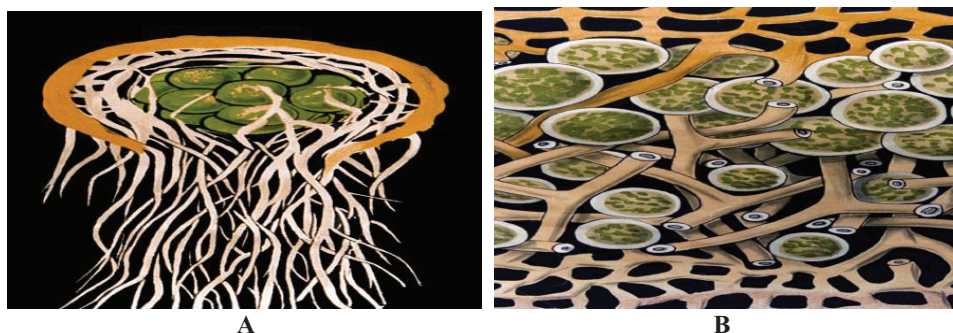


Fig. 102. Soredie cu hife (galbene) și celule algale (A) și tal heteromer de lichen (B).

În funcție de structura lichenilor, se disting două tipuri generale de tal: **homeomer** și **heteromer**. Talul homeomer are cei doi simbionți (micobiontul și fotobiontul) distribuiți uniform. Hifele ciupercii sunt împletite lax și formează o rețea în ochiurile căreia se găsesc celulele fotobiontului (**gonidiile**). Un astfel de tal homeomer prezintă lichenii gelatinoși din familia **Collemataceae** (Ciurchea, 1998), care conțin cianobacterii din genul *Nostoc*.

Talul heteromer prezintă în secțiune o distribuție neuniformă a celor doi simbionți. Lichenii crustoși și foliacei au talul heteromer (dorsoventral) alcătuit din **cortex superior**, **medulă** și **cortex inferior** (Fig. 102). Cortexul (superior și inferior) este format din hife de ciupercă împletite caracteristic sub formă de rețea. Hifele ciupercii nu pot fi observate, deoarece sunt incluse într-o matrice polizaharidică alcătuită, în general, din **glucan**. În condiții de laborator, a fost posibilă descompunerea matricei polizaharidice și observarea hifelor, în cortex și medulă, prin tratare cu un amestec de protează și detergent (Angleseca și colab., citați de Isaac, 1992). Unii licheni crustoși nu prezintă cortex inferior. Acesta este înlocuit de hife cu rol în fixare de substrat.

În medula talului se găsesc hife de ciupercă împletite lax sub formă de rețea. În ochiurile rețelei se găsesc celule asimilatoare (**gonidii**) distribuite diferit, în funcție de specie. La unii licheni, stratul de celule asimilatoare se găsește mai ales sub cortexul superior și este slab reprezentat spre cortexul inferior.

Lichenii fruticuloși au tal heteromer (radiar) alcătuit, de la exterior spre interior, din cortex (circular), strat algal, zonă medulară și o zonă centrală. Stratul algal este alcătuit din celule asimilatoare, iar zona medulară din celule ale fotobiontului și hife de ciupercă. În zona centrală se găsesc hife de ciupercă.

3.6.2.3. Înmulțire

Înmulțirea lichenilor se realizează pe cale vegetativă, asexuat și sexuat.

Înmulțirea vegetativă este foarte frecventă la licheni și se realizează prin **soredii**, **izidii**, **cefalodii** și **fragmente de tal**. Lichenii produc aceste structuri (soredii, izidii, cefalodii) care se dislocă ușor de pe suprafața talului și funcționează ca propagule vegetative (Isaac, 1992).

Ciupercă constitutivă a lichenilor se poate înmulți asexuat și sexuat. Înmulțirea asexuată se realizează prin conidii, iar cea sexuată prin ascospori și/sau bazidiospori, în funcție de grupul de ciuperci (**Ascomycota**, **Basidiomycota**). Sporii ciupercii sunt eliberați în mediu, germinează pe substrat și dau naștere la hife caracteristice. Dacă au șansa să întâlnească celulele fotosimbiontului, vor putea să formeze un nou lichen.

În literatură nu se cunoaște frecvența cu care are loc simbioza lichenilor în mediul natural. În condiții de laborator, s-a obținut sinteza lichenului *Cladonia cristatella*. Această "lichenizare" s-a realizat în condiții de limitare a nutrienților, de umiditate ridicată, folosindu-se fotobiontul *Trebouxia erici* (Isaac, 1992).

3.6.2.4. Procese fiziologice

Nutriție

Celulele fungice din structura lichenilor oferă fotobiontului (celulelor asimilatoare) apă și săruri minerale pe care le iau din mediu. În interiorul celulelor fotobiontului are loc procesul de fotosinteză și se sintetizează substanțe organice. O mare parte (peste 80%) din compușii organici sintetizați de celulele fotobiontului trec la ciupercă împreună cu vitamine esențiale (biotină și tiamină).

În cazul simbiionților cianobacterieni, produșii fotosintetici sunt transformați în glucoză, care apoi este eliberată celulelor fungice. Algele verzi simbiote transformă produșii fotosintezei în **polioli** (ribitol, eritrol, sorbitol) fungici, care sunt utilizați de ciupercă și transformați în **manitol**, **arabitol** etc. Polioli fungici funcționează ca și produșii de depozitare în micobiont. Lichenii cu simbionți cianobacterieni au capacitatea de a fixa azotul la nivelul heterocistelor. Ulterior, azotul este metabolizat în celulele fotobiontului (Isaac, 1992).

Aceste date dovedesc curgerea unidirecțională spre partenerul fungic a substanțelor sintetizate de fotobiont. De aceea, unii autori consideră lichenii ca fiind un caz particular de **parazitism**.

În cadrul lichenilor, ca și grup, pot fi identificate atât caracteristici ale relației parazitare, cât și simbiotice. Relația simbiotică în cadrul lichenilor este de lungă durată și a menținut un anumit grad de **mutualism** (Isaac, 1992).

Creștere

Rata de creștere a lichenilor este foarte scăzută. În general, creșterea este de circa 0,1–2,0 mm/an la lichenii crustoși și de 2 cm/an la cei cu tal foliaceu și fruticulos (Scagel și colab., 1984).

În timpul anului, rata de creștere a lichenilor este variabilă și este influențată de schimbările condițiilor de mediu (cantitatea de lumină incidentă primită, variația temperaturii și cantității de apă). Această rată scăzută de creștere poate fi explicată prin faptul că talul lichenilor are o sursă mică de nutrienți (**fotobiontul**) care alimentează un rezervor mare (**micobiontul**).

Lichenii prezintă o capacitate eficientă de absorbție a substanțelor din mediu (sol, apă, aer). Un dezavantaj al acestei capacități este faptul că substanțele radioactive din aer sunt încorporate în tal. Stronțul (^{90}Sr) și cesiul (^{137}Cs) radioactivi sunt absorbiți ușor și se acumulează în talul lichenilor. În regiunile nordice, lichenii sunt consumați și de reni și astfel o parte din substanțele radioactive sunt introduse în lanțuri trofice (Isaac, 1992).

Creșterea lichenilor este foarte redusă, într-o atmosferă poluată. Aceștia sunt sensibili la poluarea cu SO_2 și metale grele. În prezent, lichenii sunt considerați indicatori biologici și sunt utilizați la așa numita **cartografiere a poluării**.

Compensația majoră pentru creșterea înceată a talului este longevitatea mare a lichenilor. În condiții favorabile de mediu, unii licheni pot trăi câteva sute de ani (Isaac, 1992).

3.6.2.5. Compoziție chimică

În talul lichenilor se găsesc produși metabolici specifici, care sunt rezultatul relației simbiotice îndelungate. Acești produși sunt denumiți **substanțe lichenice** și au structură chimică (acizi, terpene, chinone etc.) diferită. Numărul substanțelor metabolice de origine **mixtă** se estimează la mai mult de 300 (Zamfirache și Toma, 2000).

Unele substanțe lichenice (terpene, chinone etc.) determină culoarea talului la licheni. Alte substanțe produc, sub influența potasiului, hipocloritului sau a aminelor aromatice, colorații particulare ale talului, necesare pentru identificarea lichenilor (Zamfirache și Toma, 2000). Anumite substanțe lichenice (acid usnic, acid evernic, acid rhizocarpic, acid stictic etc.) se găsesc numai în talul unor specii de licheni. Astfel, acidul usnic este specific pentru speciile de *Usnea*, iar acidul rhizocarpic pentru talul de *Rhizocarpon*.

În talul lichenilor s-au identificat substanțe lichenice cu acțiune antibiotică. De aceea, din talul acestora s-au obținut biopreparate cu acțiune farmaceutică.

3.6.2.6. Ecologie

Lichenii sunt răspândiți pretutindeni și se dezvoltă pe substrat sărac (rocă, zid etc.), dar și în condiții prielnice altor organisme. Ei se dezvoltă în deșerturi, în tundre polare, pe stânci, pe scoarța copacilor etc. (Pop și colab., 1983). După substratul pe care trăiesc, lichenii se clasifică în **tericoli** (pe sol), **saxicoli** (pe stânci) și **corticoli** (pe scoarța copacilor).

3.6.2.7. Origine și evoluție

Vechimea lichenilor este mai puțin cunoscută. Se presupune, totuși, că sunt de vârstă terțiară. Filogenia lichenilor se bazează pe originea și evoluția celor doi simbionți (Pop și colab., 1983).

3.7. Clasificarea ciupercilor

Ciupercile sunt clasificate în **categorii taxonomice** (regn, încrengătură, clasă, subclasă, ordin etc.), pe baza caracterelor morfologice, fiziologice, genetice, biochimice, citologice, de biologie moleculară etc. Denumirea categoriilor taxonomice, în care fungii (ciupercile) sunt clasificați, este stabilită în conformitate cu principiile și regulile **Codului Internațional de Nomenclatură Botanică**.

De-a lungul timpului, s-au întocmit numeroase sisteme de taxonomie a fungilor care au fost mai mult sau mai puțin acceptate. Clasificarea actuală a fungilor se regăsește în baza de date **Index Fungorum** (<http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>), în **Dictionary of the Fungi** (ediția a IX-a). În funcție de treapta de evoluție pe care se găsesc, ciupercile sunt grupate în regnurile **Protozoa**, **Chromista** și **Fungi**.

3.7.1. Regnul Protozoa

Regnul Protozoa cuprinde ciuperci inferioare care nu prezintă perete celular. Dintre încrengăturile acestui regn, menționăm încrengătura **Myxomycota** (syn. **Mycetozoa**).

3.7.1.1. Încrengătura Myxomycota

Încrengătura Myxomycota (IM) cuprinde specii de ciuperci inferioare care au tal de tip plasmodiu și care prezintă caractere de asemănare cu protozoarele. Aceste specii formează corpuri sporifere (sporocarpi) cu unu sau mai mulți spori, care au perete celular celulozic sau chitinos (Kirk și colab., 2001). În această încrengătură sunt cuprinse numeroase specii (cca 833 de specii) grupate în 3 clase, dintre care menționăm clasa **Myxomycetes** (Kirk și colab., 2001).

Clasa Myxomycetes

În clasa **Myxomycetes** (syn. **Myxogastrea**)(**IM**) sunt cuprinse circa 800 de specii saprofite (Kirk și colab., 2001), care se dezvoltă, în natură, pe diferite substraturi (lemn, frunze, sol etc.).

Morfologia talului

Talul plasmodial este considerat o "aglomerare" de celule fuzionate. La unele specii de **Myxomycetes** există plasmodiu adevărat (propriu-zis) care s-a format prin fuziunea celulelor. Acest plasmodiu este omogen și nu prezintă membrane despărțitoare între celulele fuzionate.

La alte specii, plasmodiul este denumit pseudoplasmodiu (plasmodiu de agregare), deoarece există membrane despărțitoare între celulele fuzionate.

Talul plasmodial nu are formă fixă. Acesta prezintă prelungiri citoplasmatică numite pseudopode (gr. pseudo = fals; podium = picior), care-i modifică forma. La exterior, plasmodiul prezintă ectoplasmă hialină, iar la interior endoplasmă mai vâscoasă. În masa citoplasmatică a plasmodiului se găsesc numeroși nuclei (2n), mitocondrii, vacuole pulsatile etc. Mixomicetele prezintă pigmenți caracteristici care determină culoarea variată (albă, galbenă, brună etc.) a plasmodiului, în funcție de specie.

Înmulțire

Mixomicetele sunt organisme **haplodiplobionte** (Fig. 103). În primele etape ale dezvoltării ontogenetice, plasmodiul preferă locuri umede (**hidrotropism pozitiv**) și întunecate (**fototropism negativ**). Mai târziu, plasmodiul crește și se deplasează spre lumină (**fototropism pozitiv**), unde se transformă în corpuri sporifere (sporocarpi). În interiorul corpului sporifer, se diferențiază mixospori (n) și filamente citoplasmatică denumite **elater**.

Totalitatea elaterelor dintr-un corp sporifer formează **capilițiul** (lat. capillitium = fir de păr). Elateretele au rol în diseminarea mixosporilor din corpul sporifer (Tănase și Mititiuc, 2001).

La suprafața corpului sporifer se găsește o membrană groasă denumită **peridie**. La unele specii, peridia este impregnată cu carbonat de calciu.

În condiții favorabile de mediu, plasmodiul se fragmentează și formează corpuri sporifere (sporangii) caracteristice, sesile sau pedicelate și dispuse izolat sau grupat. La unele specii, sporangii sunt fuzionați și sunt acoperiți de o peridie comună, de timpuriu, formând un **etalu** (gr. aethalos = scrum). În condiții nefavorabile, plasmodiul mixomicetelor formează scleroți care pot supraviețui mult timp. La apariția condițiilor favorabile, scleroții germinează și formează plasmodiul care continuă ciclul de dezvoltare (Alexopoulos și colab., 1996; Tănase și Șesan, 2006).

La mixomicete, formarea mixosporilor (n) este precedată de diviziunea reduțională și apoi mitotică a nucleilor diploizi. În condiții favorabile de mediu (pH, substrat nutritiv, umiditate), mixosporii germinează și dau naștere zoosporilor (mixomonadelor). Mixomonadele se pot transforma în mixamoebă care formează pseudopode. Mixomonadele și/sau mixamoeele fuzionează câte două, deoarece au potențe sexuale diferite și se comportă ca izogameți. În urma fecundației, se formează zigotul (2n), denumit mixamoebozigot, care prin diviziuni mitotice succesive dă naștere plasmodiului plurinucleat (Fig. 103).

În dezvoltarea ontogenetică a mixomicetelor alternează faza haploidă (gametofitică) și faza diploidă (sporofitică).

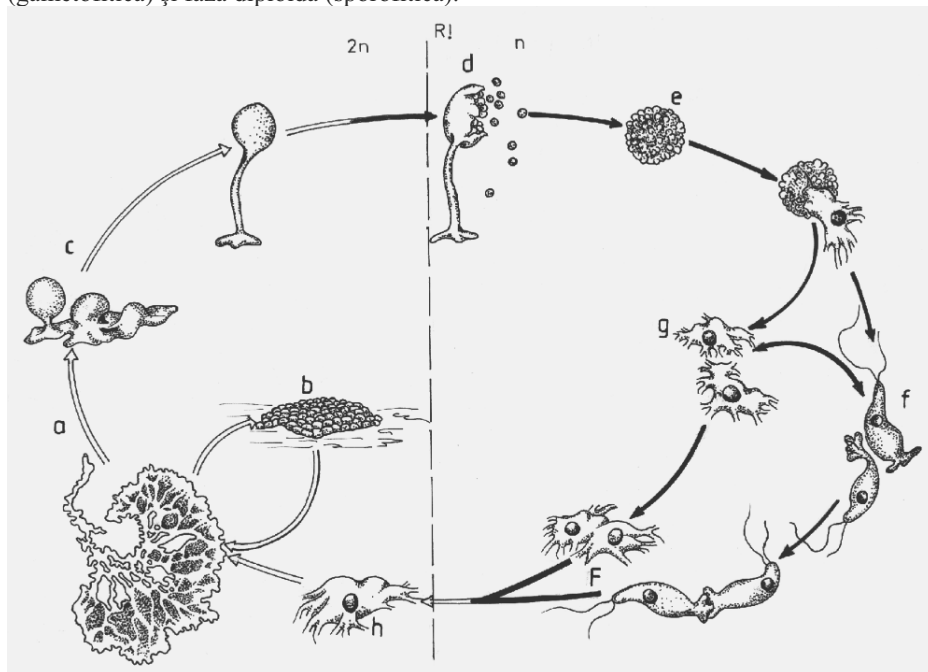


Fig. 103. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la **Myxomycetes**:

- a. plasmodiu; b. scleroți; c. corp sporifer (sporocarp); d. formarea mixosporilor;
- e. mixospori; f. mixomonadă; g. amoebă; h. zigot; F. fecundație; R! diviziune reduțională (după Alexopoulos și colab., 1996).

Nutriție

Nutriția mixomicetelor este saprofită și se realizează pe toată suprafața plasmodiului. Aceste specii trăiesc pe diferite substraturi (în sol, pe resturi vegetale etc.) pe care le descompun.

Clasificare

Mixomicetele (Clasa **Myxomycetes**) sunt clasificate pe baza: caracterelor morfologice ale plasmodiului și ale sporangilor; structurii peridiei și a capilițiului din sporange; formei, culorii și ornamentației mixosporilor etc. (Scagel și colab., 1984; Kirk și colab., 2001). Aceste specii sunt grupate în câteva ordine, precum **Trichiales**, **Stemonitales** și **Physarales** (Kirk și colab., 2001).

Ordinul Stemonitales

În ordinul **Stemonitales** (syn. **Stemonitida**)(11M) sunt mixomicete saprofite care formează corpuri sporifere pedicelate. Mixosporii se formează în masă, iar peridia și capiliții sunt necalcaroase (Kirk și colab., 2001). La *Stemonitis* (111M), corpurile sporifere sunt pedicelate și de culoare brună (Scagel și colab., 1984).

Specia *Stemonitis fusca* (1111M) are plasmodiul de culoare brună, iar corpurile sporifere sunt cilindrice, brune, susținute de un pedicel. Pedicelul se continuă în interiorul corpului sporifer cu un ax denumit **columelă**. La suprafața corpului sporifer se găsește o **peridie** care dispare pe măsură ce acesta se maturizează. Sub peridie se găsesc capiliții reticulați sub formă de rețea și mixosporii sferici și echinulați (Fig. 104).

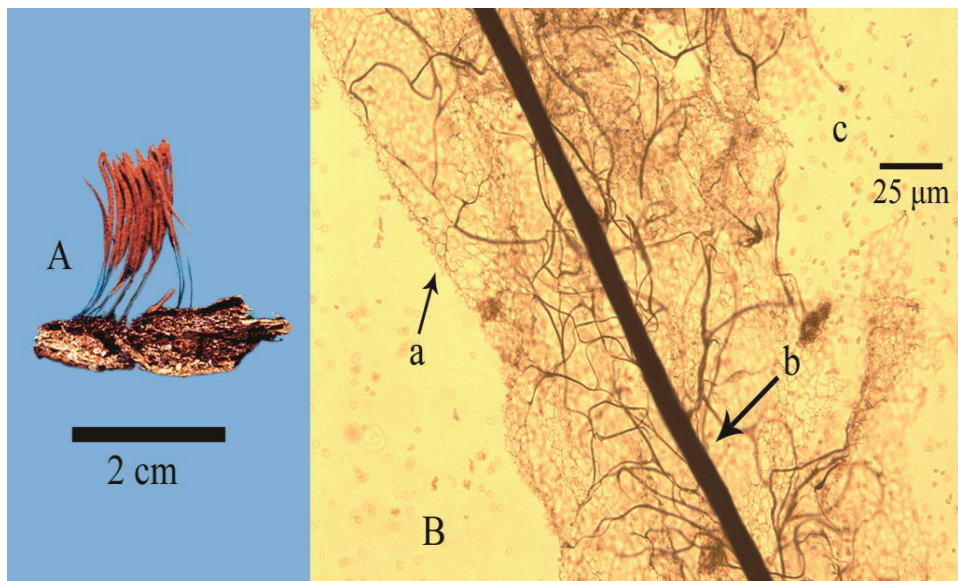


Fig. 104. *Stemonitis fusca*: A. sporocarpi pe lemn; B. a. capilițiu reticulat; b. columelă; c. mixospori.

Pedicelul și columela corpului sporifer sunt acoperite de o peliculă strălucitoare (Scagel și colab., 1984). Această specie se întâlnește, în natură, pe lemn putred.

Ordinul Trichiales

În ordinul **Trichiales** (syn. **Trichiida**)(12M) sunt mixomicete care formează sporangii sesili sau scurt pedicelați. Corpurile sporifere (sporangii) formează numeroși spori colorați strălucitor, nu prezintă columelă, dar au peridie persistentă (Kirk și colab., 2001).

Un gen reprezentativ din acest ordin este *Trichia* (121M).

La *Trichia varia* (1211M), plasmodiul este gălbui, iar corpurile sporifere au culoare galbenă-portocalie și formă sferică (Fig. 105).

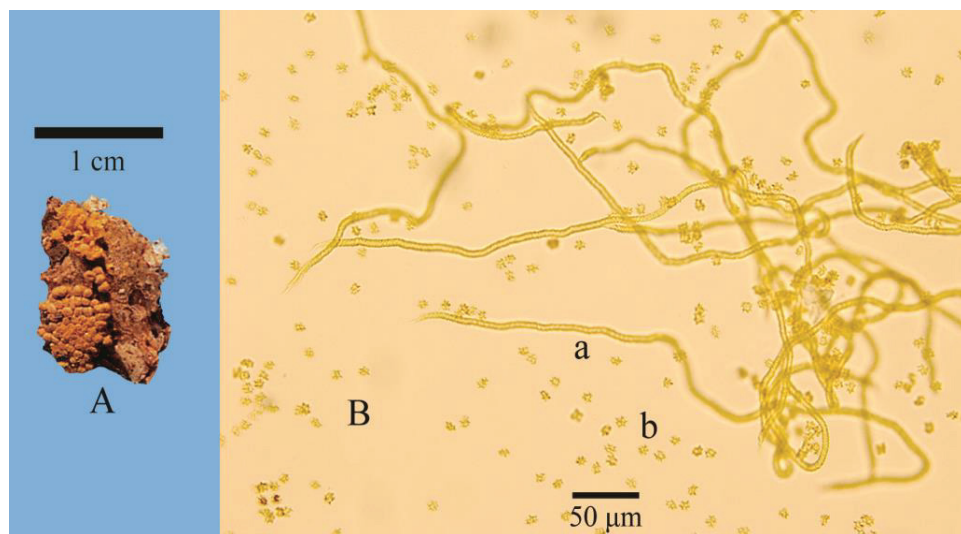


Fig. 105. *Trichia varia*: A. sporocarpi pe lemn; B. imagine (la microscop optic) cu porțiuni din sporocarp: a. elatere; b. mixospori.

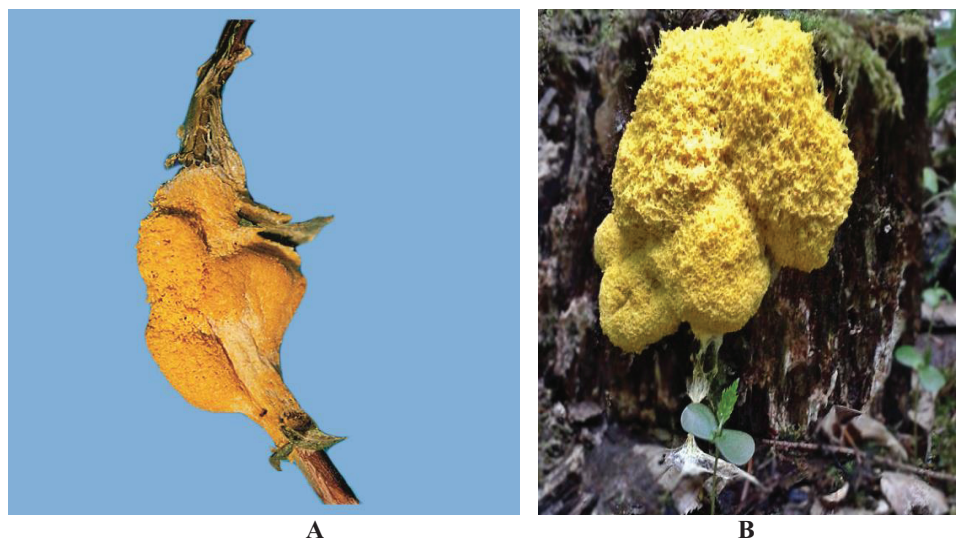


Fig. 106. *Fuligo septica*: plasmodiu cu sporocarpi pe plantă (A) și pe lemn (B).

Sporocarpii prezintă la suprafață peridie, iar la interior elatere filamentoase (0,5 – 1 mm), cu îngroșări dublu spiralate și mixospori. Această specie se întâlnește, în natură, pe trunchiuri și ramuri putrede de copaci (Pârvu, 2007).

Ordinul Physarales

În ordinul **Physarales** (syn. **Physarida**)(13M) sunt mixomicete care au corpurile sporifere solitare sau grupate în etalii. Corpurile sporifere sunt acoperite cu o peridie care conține o peliculă de CaCO_3 .

Speciile genului *Physarum* (131M) au corpurile sporifere pedicelate, iar cele de *Fuligo* (132M) formează etalii.

La *Fuligo septica* (1321M), etaliile sunt acoperite cu o peridie strălucitoare care are culori diferite (galbenă, roșcată etc.)(Fig. 106). Această specie se întâlnește pe lemnul ustensilelor din tăbăcării, pe rumeguș, pe frunze moarte, pe sol etc. (Tănase și colab., 2009).

3.7.2. Regnul Chromista

Regnul **Chromista** cuprinde ciuperci care au tal unicelular și filamentos. Pereții celulari conțin celuloză, dar nu au chitină și glucan. În acest regn sunt 3 încrengături cu ciuperci, precum **Oomycota** și **Hyphochytriomycota** (Kirk și colab., 2001).

3.7.2.1. Încrengătura Oomycota

În încrengătura **Oomycota** (IO) sunt ciuperci care au **talul unicelular** sau tal **sifonoplast**. Peretele celular este alcătuit din **celuloză** și **glucan**. La unele specii, talul este holocarpic, iar la altele este eucarpic. Zoosporii sunt mobili și biflagelați, cu flageli heteroconți inserați lateral.

Înmulțirea sexuată are loc prin fuzionarea heterogametangiilor (oogon, anteridie) formate pe aceeași hifă (la speciile **homotalice**) sau pe hife diferite (la speciile **heterotalice**). Oogonul conține una sau câteva oosfere. Produsul înmulțirii sexuate se numește **oospor** (Fig. 107).

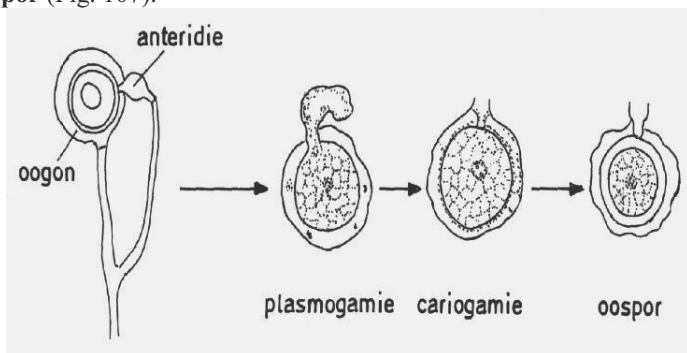


Fig. 107. Formarea oosporului.

La ciupercile **Oomycota**, gameții (nucleii anteridiei și oogonului) sunt haploizi; miceliul și zoosporii sunt diploizi. Aceste ciuperci sunt **diplobionte** (Fig. 108).

Această încrengătură cuprinde o singură clasă **Peronosporae** (syn. **Oomycetes**) - cu 12 ordine și 808 specii (Kirk și colab., 2001).

Ciupercile **Peronosporae (10)** sunt acvatic (de apă dulce sau marine) sau terestre. Au nutriție saprofită sau parazită, pe plante cu importanță economică (Kirk și colab., 2001; Pârvu, 2007).

Aceste ciuperci sunt grupate în câteva ordine, precum **Peronosporales**, **Saprolegniales**, **Pythiales**, **Leptomitales** (Kirk și colab., 2001).

În ordinul **Peronosporales** sunt cuprinse ciuperci parazite și saprofite. La speciile parazite, sifonoplastul se dezvoltă în spațiile intercelulare și/sau intracelular. Absorbția substanțelor din țesuturi se realizează prin **haustori** sau prin **osmoză**. Unele specii parazite pe plante au atins stadiul de parazit obligat.

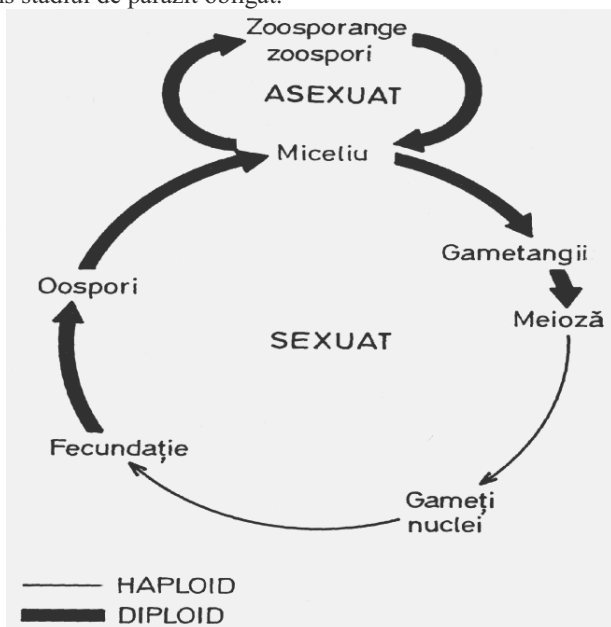


Fig. 108. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la **Oomycota**

Înmulțirea asexuată a acestor ciuperci se realizează prin zoospori. Sporangiele produce prin germinare zoospori biflagelați sau filament germinativ, când se comportă ca o conidie. Astfel, la unele specii se formează **sporangii** pe sporangiofori, iar la altele **conidii** pe conidiofori (Pârvu, 1996).

Înmulțirea sexuată este o heterogametangiogamie și anume **oogamie sifonogamă**. Oogonul conține numai o oosferă, iar anteridia este plurinucleată. Anteridia și oogonul se formează pe aceeași hifă (la speciile homotalice) sau pe hife diferite (la speciile

heterotalice). Oosporul este acoperit de trei membrane (endospor, exospor și epispor) suprapuse și îndeplinește rolul de spor de rezistență al acestor ciuperci.

Clasificarea ciupercilor **Peronosporales (110)** este bazată pe caracterele sporangiorilor și sporangioforilor și/sau conidiilor și conidioforilor.

Genuri caracteristice din acest ordin sunt *Phytophthora* (**110**) și *Plasmopara* (**1120**).

La *Phytophthora*, sporangii se formează pe sporangiofor cu creștere nelimitată. Sporangioforii sunt cilindrici, ramificați monopodial altern și formează numeroși sporangi de mărimi și vârste diferite. Ramificațiile sporangioforului prezintă pe traiectul lor protuberanțe care marchează locul unde s-au format generații anterioare de sporangi.

Genul *Phytophthora* cuprinde ciuperci parazite care atacă plante cultivate și spontane. *Phytophthora infestans* (**1110**) atacă plante de cartof (*Solanum tuberosum*), de tomate (*Lycopersicum esculentum*) etc., la care determină boala denumită **mană** (Fig. 109).

La cartof, atacul de mană se manifestă pe organele supraterane și pe tuberculi. Pe frunze, simptomul de mană se manifestă prin apariția, pe fața superioară, a unor pete verzi-gălbui care, mai târziu, devin brune-negricioase. În dreptul acestor pete, hipofil, se formează, pe vreme umedă, un puf albicios format din **sporangiofori** și **sporangii** (Fig. 109 și 110).

Sporangioforii ies la suprafața frunzei prin ostiola stomatei. Tuberculii atacați de mană prezintă, în secțiune, pete necrotice, brune, care înaintază de sub periderm spre partea mediană (Pârvu, 2010).

Miceliul ciupercii *Phytophthora infestans* este reprezentat de un sifonoplast endoparazit intercelular. Acesta absoarbe substanțele din celulele plantei gazdă cu ajutorul unor haustori de formă sferică. Pe miceliu se diferențiază sporangiofori cu sporangi caracteristici (Fig. 110).

La *Plasmopara*, sporangioforii sunt ramificați monopodial în treimea superioară. Ramificațiile sporangioforului au o dispoziție aproape perpendiculară pe axul principal și prezintă la capătul lor sterigme scurte, grupate (2 – 3). Sporangii sunt elipsoidali sau sferici (Fig. 108).

Dintre speciile acestui gen, importanță economică deosebită prezintă *Plasmopara viticola* (**11210**) care determină mana la vița de vie (Fig. 111).

Mana viței de vie se manifestă pe toate organele supraterane ale plantei (Fig. 111). Pe frunzele de viță de vie, atacul este frecvent. Inițial, pe fața superioară a frunzelor apar pete gălbui, care mai târziu se brunifică. Pe fața inferioară a frunzelor, în dreptul petelor epifile, apar prin stomate sporangioforii și sporangii ciupercii sub forma unui puf albicios.

Boala se poate manifesta pe fructe (bace, "boabe"), în toate stadiile lor de dezvoltare. După fenofaza în care se găsesc fructele și după condițiile climatice, atacul se poate manifesta sub formă de **putregai cenușiu** și **putregai brun**. Putregaiul cenușiu apare pe fructe tinere, când este umiditate mare. Fructele care prezintă putregai brun nu au pe suprafața lor sporulație (Pârvu, 2010).

Fructele infectate sunt acoperite cu un puf alb-cenușiu format din sporangiofori și sporangi. Înmulțirea asexuată a ciupercii *Plasmopara viticola* se realizează prin zoospori, iar cea sexuată prin oogamie. Oosporii se formează toamna, în funzele atacate și asigură supraviețuirea ciupercii în timpul iernii (Pârvu, 2003).

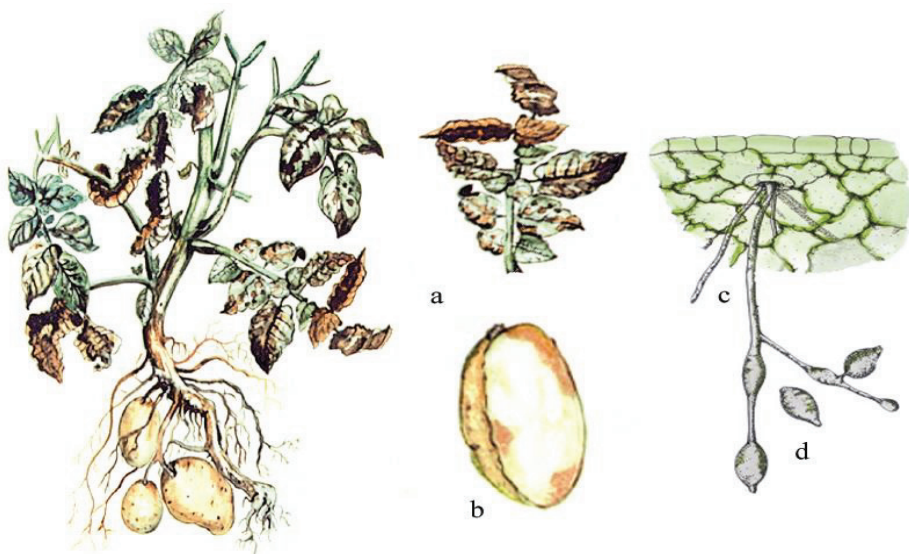


Fig. 109. *Phytophthora infestans*: simptome pe plantă (a,b); sporulație hipofilă (c,d).

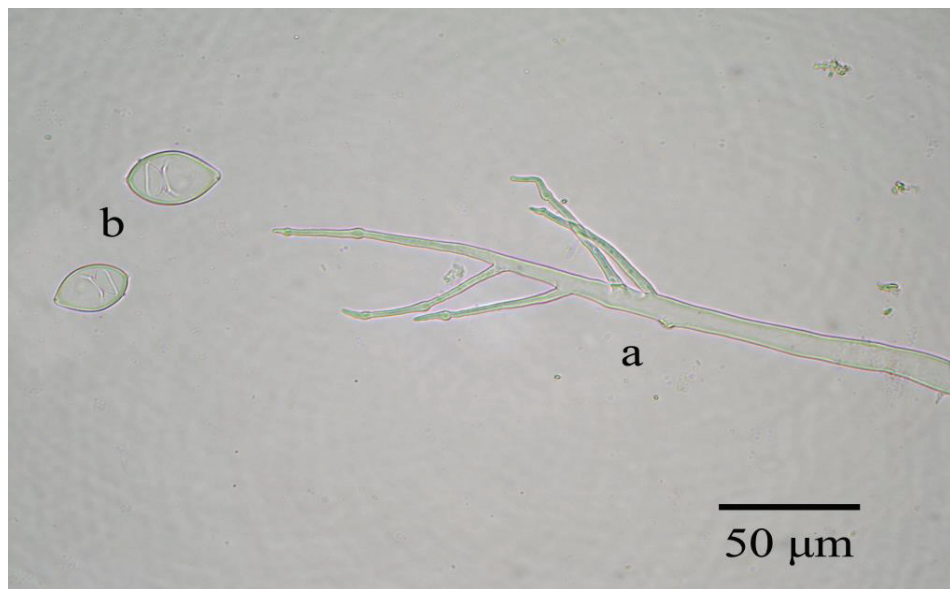


Fig. 110. *Phytophthora infestans*: sporangiofor (a) și sporangi (b) la microscop optic.

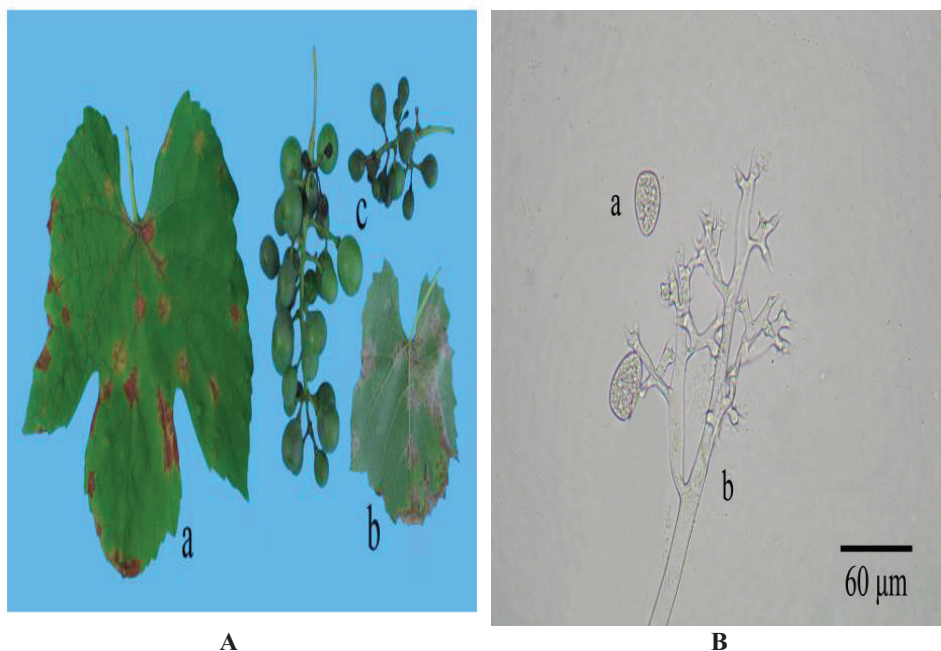


Fig. 111. *Plasmopara viticola*: A. organe atacate (a,c) și sporulație hipofilă (b); B. sporange (a) și sporangiofor (b).

3.7.3. Regnul Fungi

În regnul **Fungi** (engl. fungus = ciupercă) sunt cuprinse ciupercile adevărate sau propriu-zise. Acestea au tal unicelular sau pluricelular. Pereții celulari sunt formați din chitină și polizaharide (glucani). Se estimează cca. 140000 de specii grupate în încrengături precum **Chytridiomycota**, **Zygomycota**, **Ascomycota** și **Basidiomycota** (IBrF; Kirk și colab., 2001).

3.7.3.1. Încrengătura Chytridiomycota

În încrengătura **Chytridiomycota** (IC) sunt cuprinse ciuperci care au tal unicelular sau filamentos, cu perete celular din chitină și glucan. Reproducerea asexuată este prin zoospori uniflagelați (cu flagel posterior) sau rareori pluriflagelați. Acest stadiu mobil reprezintă o caracteristică distinctivă față de alte ciuperci. Majoritatea sunt acvatice, iar nutriția este saprofită sau parazită (Kirk și colab., 2001).

Această încrengătură cuprinde 980 de specii (Gaya și colab., 2018), grupate în două clase, iar majoritatea speciilor (912 specii) se găsesc în clasa **Chytridiomycetes** (1C). Cel mai reprezentativ ordin este **Chytridiales** (11C) (cu 600 de specii), care cuprinde specii acvatice sau tericole, saprofite sau parazite pe alge, microfaună, alte ciuperci, insecte, plante superioare (Kirk și colab., 2001). Unele specii formează sporange holocarpic, iar

altele eucarpic. Înmulțirea sexuală se realizează prin izogamie. Un gen caracteristic este *Synchytrium* (111C), din care face parte specia tericolă parazită *Synchytrium endobioticum* (1111C). La această specie, talul este un gimnoplast endoparazit intracelular și holocarpic. Talul se transformă în **sorosporange** alcătuit din numeroși sporangi, după ce a parcurs în prealabil stadiul de **prosor**. Într-un sporange se formează numeroși zoospori uniflagelați capabili de infecție (Fig. 112).



Fig. 112. *Synchytrium endobioticum*: a. cancer pe cartof; b. achinetospori (imagine la microscop optic).

Reproducerea sexuală se produce prin copularea izogameților proveniți din zoospori. În urma fecundației, se formează un zigozoospor biflagelat care infectează celulele plantei gazdă și devine amoebă. Apoi, se înconjoară cu un înveliș gros protector și devine **achinetospor**. Învelișul achinetosporului este alcătuit din trei membrane suprapuse: **epispor** (la exterior), **exospor** (la mijloc) și **endospor** (la interior).

Celulele plantei gazdă situate în jurul celei infectate se divid activ și formează excrescențe (tumori) caracteristice pe organele atacate. Prin germinarea achinetosporului se formează un sporange care conține numeroși zoospori capabili să infecteze plantele.

Synchytrium endobioticum este o specie **haplobiontă**, cu diplofaza de scurtă durată și reprezentată de achinetospor (Fig. 112).

Această ciupercă parazită atacă numeroase plante cultivate și spontane. La cartof (*Solanum tuberosum*), *Synchytrium endobioticum* determină boala cunoscută sub denumirea de **buba neagră**, **râia neagră** sau **cancer**.

Pe organele atacate (tuberculi, stoloni, tulpina supraterană) se formează excrescențe brune-negricioase care conțin numeroși achinetospori (Fig. 112).

3.7.3.2. Încrengătura Zygomycota

În încrengătură **Zygomycota (1Z)** sunt ciuperci saprofite, parazite sau simbiote, care au talul reprezentat de sifonoplast. Peretele celular este alcătuit din **chitină** și **chitosan** sau **chitină** și **glucan**.

Înmulțirea asexuată a acestor ciuperci se realizează prin aplanospori și conidii (Fig. 113). Aplanosporii sunt spori imobili și se formează în sporange (Webster, 1993).

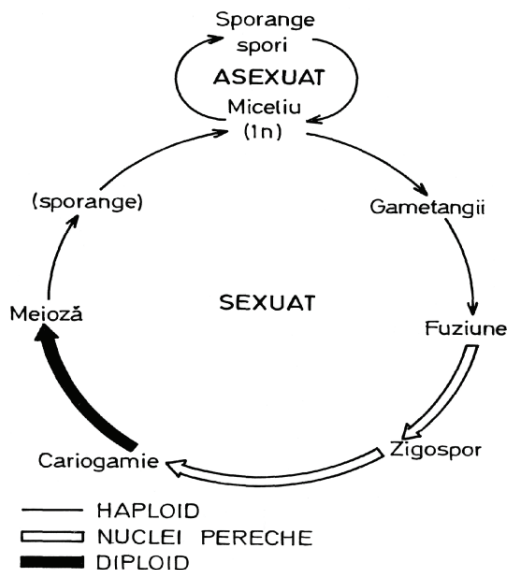


Fig. 113. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la **Zygomycota**.

Înmulțirea sexuală se realizează prin **gametangiogamie**. Aceasta constă în fuziunea a două gametangii (asemănătoare sau diferite morfologic), cu potențe sexuale diferite, care se formează pe același tal (la speciile homotalice) sau pe două taluri diferite (la speciile heterotalice). În cazul **izogametangiogamiei**, gametangiile care fuzionează sunt asemănătoare, iar în cazul **heterogametangiogamiei** se deosebesc morfologic.

Sporul sexual al acestor ciuperci se numește **zigospor**. Acesta se formează prin fuziunea gametangiilor și este diploid. Prin diviziunea meiotică și apoi mitotică a zigosporului se formează un sporangiu și/sau miceliu haploid. Stadiul haploid este dominant, în ciclul biologic al acestor ciuperci (Fig. 113).

Ciupercile **Zygomycota** sunt incluse în clase precum **Mucoromycetes (1Z)** și **Entomophthoromycetes (2Z)**.

Clasa Mucoromycetes (1Z) cuprinde ciuperci saprofite, ciuperci parazite și ciuperci care formează ectomicorize cu plante. Aceste ciuperci prezintă înmulțire asexuată sau sexuată, miceliu ramificat și sunt grupate în 3 ordine (**Mucorales**, **Endogonales**, **Mortierellales**) care reprezintă în mod tradițional **Zygomycota (IBrF)**

Ordinul **Mucorales** cuprinde ciuperci parazite sau saprofite, cu tal cenoblast și cu înmulțire asexuată prin aplanospori. Aplanosporii se diferențiază în **sporangii**, cu sau fără columelă. Columela este o prelungire a sporangioforului în sporangie și este caracteristică la unele specii. După ce se rupe peretele sporangelui, aplanosporii sunt eliberați și sunt diseminați de aer, ploaie, animale etc. (Webster, 1993).

Înmulțirea sexuată se produce prin **izogametangiogamie**. Gametangiile sunt homotalice sau heterotalice.

Ordinul **Mucorales (11Z)** cuprinde mai multe genuri reprezentative, precum *Mucor* (**111Z**), *Rhizopus* (**112Z**), *Pilobolus* (**113Z**), *Phycomyces* (**114Z**) etc.

La *Mucor*, înmulțirea asexuată se realizează prin aplanospori care se formează în sporangie. Sporangiele este sferic, are columelă și se formează apical pe sporangiofor. Majoritatea speciilor sunt heterotalice (Webster, 1993).

Mucor mucedo (**1111Z**) are sporangioforii izolați și prevăzuți apical cu câte un sporangie sferic, negru la maturitate, care conține numeroși aplanospori (Fig. 114). Această specie prezintă nutriție saprofită.

La *Rhizopus*, sporangioforii sunt izolați sau grupați și prezintă la bază stoloni și rizoizi. Stolonii, rizoizii și sporangioforii (neramificați) reprezintă cele trei tipuri de hife care formează miceliu (Fig. 115 și 116). Cu ajutorul rizoizilor sunt absorbite substanțele nutritive din țesuturi moarte sau vii. Majoritatea speciilor de *Rhizopus* sunt heterotalice; *R. sexualis* este homotalic (**1121Z**) (Webster, 1993).

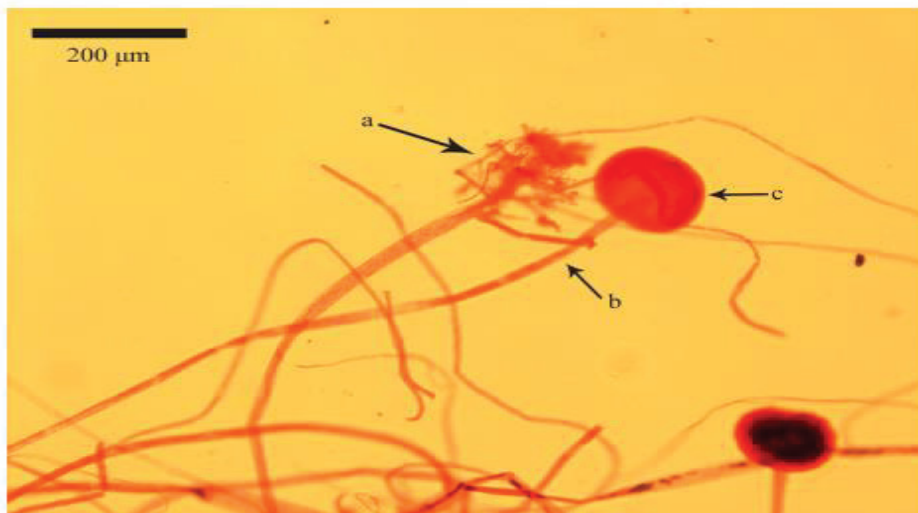


Fig. 114. *Mucor mucedo*: a. rizoizi pe sifonoplast (tal); b. sporangiofor; c. sporangie.

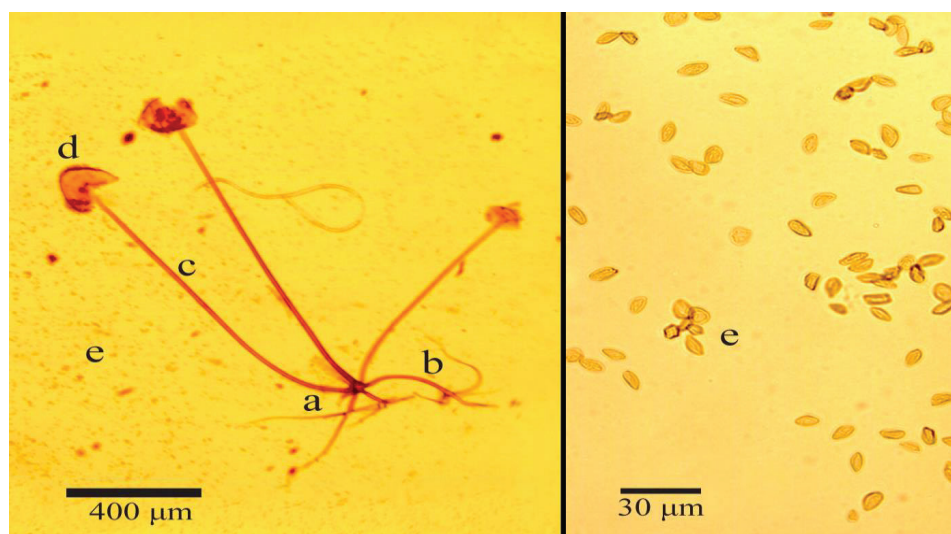


Fig. 115. *Rhizopus stolonifer*: a. sifonoplast cu rizoizi; b. stolon; c. sporangiofor; d. sporange; e. aplanospori (imagine la microscop optic).

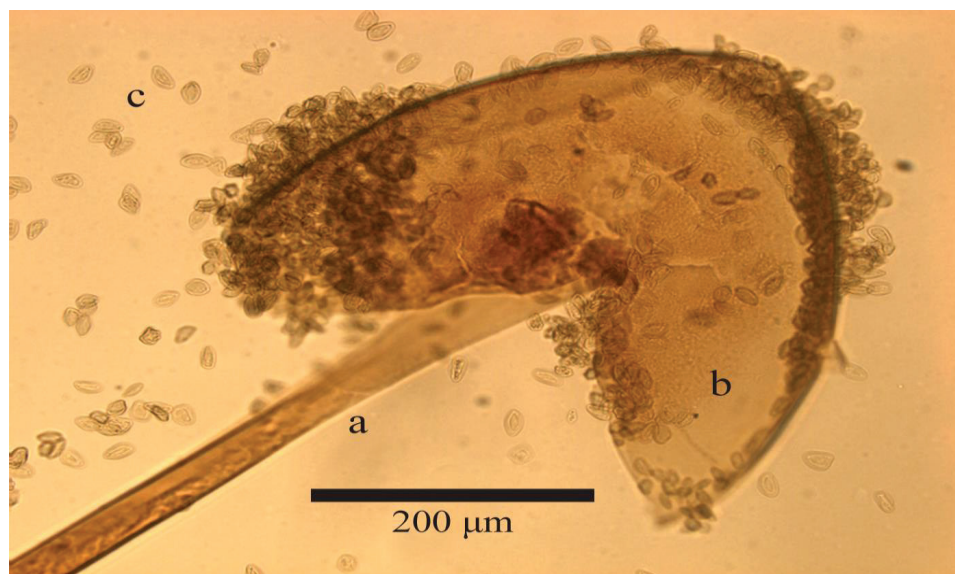


Fig. 116. *Rhizopus stolonifer*: a. sporangiofor; b. sporange; c. aplanospori (imagine la microscop optic).

Rhizopus stolonifer (syn. *R. nigricans*) este denumit **mucegaiul comun** al pâinii. La *Rhizopus stolonifer* (**1122Z**), sporangioforii sunt grupați (2 –5), iar sporangele are columelă, este negru la maturitate și conține numeroși aplanospori (Fig. 115 și 116). Această specie este saprofită și este întâlnită pe sol, pe substrat organic diferit etc. Este recunoscută ca un contaminant al mediilor de cultură, în laboratoarele experimentale (Webster, 1993).

Clasa Entomophthoromycetes (IBrF) cuprinde specii patogene, specii saprofite sau parazite. Acestea au talul sifonoplast sau miceliu septat, iar unele specii formează rizoizi. Sporulația este reprezentată de conidiofori ramificați sau neramificați care formează conidii. Această clasă conține un singur ordin: **Entomophthorales** (**21Z**).

Majoritatea ciupercilor **Entomophthorales** sunt parazite pe insecte, pe om, pe alge și pe protalul ferigilor. Unele specii sunt saprofite în sol sau, în general, pe materie organică moartă (Pârvu, 2003).

Miceliu este cenoblast sau septat. Înmulțirea asexuată se realizează prin **conidii**, iar înmulțirea sexuată prin **izogametangiogamie** sau **heterogametangiogamie** (Webster, 1993).

Genuri reprezentative sunt *Entomophthora* (**211Z**) și *Entomophaga* (**212Z**) etc. (**IBrF**). Genul *Entomophthora* cuprinde ciuperci parazite pe insecte, precum *Entomophthora muscae* (**2111Z**) care trăiește pe corpul muștelor (Pârvu, 2003; **IBrF**).

3.7.3.3. Încrângătura Ascomycota

Această încrângătură cuprinde numeroase ciuperci, cca. 90000 de specii (Gaya și colab., 2018) saprofite și parazite. Numeroase specii intră în alcătuirea lichenilor (Isaac, 1992).

Câteva ciuperci **Ascomycota** sunt unicelulare, dar majoritatea sunt filamentose și pluricelulare. Hifele septate au un singur por, rar mai mulți pori în sept simplu (**IBrF**).

Ciupercile **Ascomycota** au miceliul primar de lungă durată și miceliul secundar de scurtă durată. Peretele celular al talului este format din **chitină** și **glucan**. (Fig. 117).

Înmulțirea

Ciclul de dezvoltare (biologic) al ciupercilor **Ascomycota** (Fig. 117) cuprinde, în general, un stadiu **anamorf** (asexuat, imperfect) și un stadiu **teleomorf** (sexuat, perfect).

Înmulțirea asexuată se realizează pe cale vegetativă și prin spori (conidii). Înmulțirea vegetativă se realizează prin **scleroți**, **stromi** și **clamidospori**, care au rol în supraviețuirea ciupercilor, în condiții nefavorabile de mediu. Unele specii se înmulțesc prin **înmugurire** (blastospori), prin **fragmentare** celulară (fisiune în două celule egale) sau fragmente de miceliu.

Înmulțirea asexuată specializată se produce prin **conidii** care se formează direct pe miceliul primar (n) sau pe hife specializate denumite conidiofori. Caracterele morfologice (forma, mărimea, culoarea, numărul de celule) ale conidiilor constituie un criteriu taxonomic important. Conidiile se pot forma pe conidiofori izolați sau grupați în coremii,

sporodochii, acervuli și picnidii (Pârvu, 1996). Caracteristic pentru reprezentanții acestei încrengături este faptul că una și aceeași specie poate avea mai multe forme conidiene.

Înmulțirea sexuată se numește **ascogamie** (heterogametangiogamie) și constă în fuzionarea conținutului anteridiei cu al ascogonului (Fig. 118). La anumite specii, nu se diferențiază gametangii (anteridie și ascogon). Procesul de fecundație constă în fuziunea a câte două celule vegetative cu potențe sexuale diferite. Acest tip de înmulțire sexuată este cunoscută sub denumirea de **somatogamie** (conjugare).

Produsul înmulțirii sexuate este **asca** în care, de regulă, se formează 8 ascospori haploizi (Fig. 118).

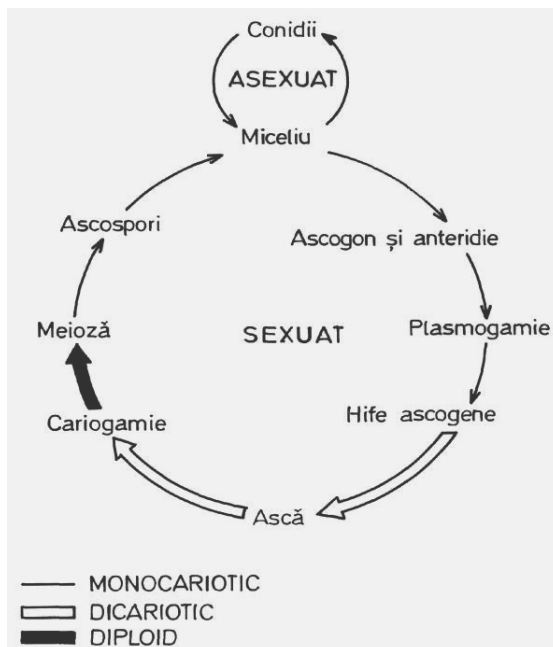


Fig. 117. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la **Ascomycota**.

Ascele prezintă formă și structură diferită (Fig. 119). Pe baza structurii ascelor și a constituției peretelui lor, ciupercile **Ascomycota** sunt grupate în **prototunicate** și **eutunicate**. Ascele prototunicate au peretele primitiv, nediferențiat; cele eutunicate au peretele diferențiat funcțional. Ascele eutunicate pot fi **unitunicate** și **bitunicate**. Cele unitunicate pot fi inoperculate (fără opercul) și operculate. Operculul este situat la partea apicală a ascei și permite diseminarea ascosporilor. Ascele unitunicate inoperculate prezintă apical un por care favorizează diseminarea. Ascele bitunicate prezintă un perete alcătuit din două straturi (membrane) (Pârvu, 2003).

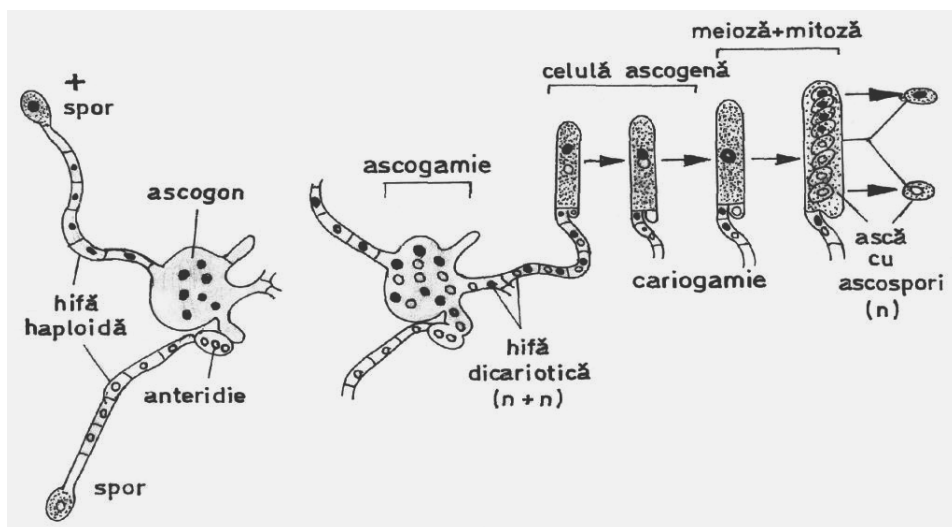


Fig. 118. Formarea ascei cu ascospori.

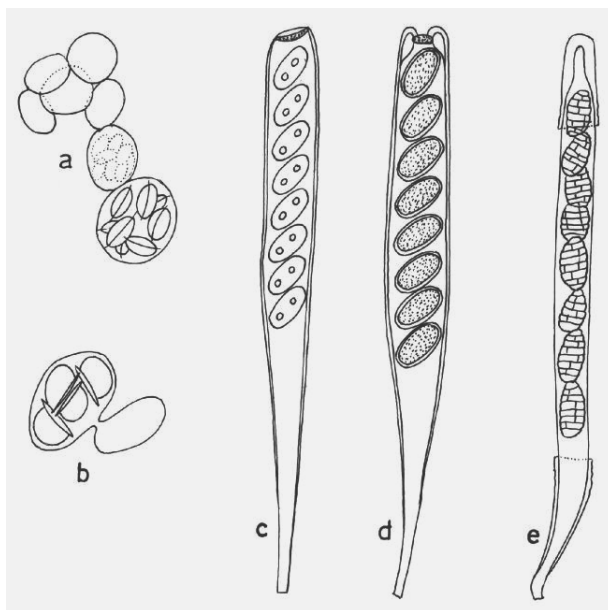


Fig. 119. Tipuri de asce la *Ascomycota*:

a și b. prototunicate; c. unitunicate operculate; d. unitunicate inoperculate; e. bitunicate (după Weber, 1993).

La majoritatea speciilor, ascele se formează în corpuri sporifere ("ascofructe", ascomata); la anumite ciuperci, ascele se formează direct pe miceliu și se numesc **gimnoasce** (Pârvu, 1996). După formă și structură, corpurile sporifere sunt de mai multe tipuri: **cleistoteciu**, **periteciu** și **apoteci** (Fig. 120). Unele specii de **Ascomycota** au ascocarpul sub formă de cupă sau de tubercul (**IBrF**) care se dezvoltă subteran.

Pe baza caracterelor ciclului biologic, ale corpurilor sporifere, ale ascelor și stadiului conidian, caracterelor citologice, genetice, datelor de analiză moleculară, încrengătura **Ascomycota** (**IA**) cuprinde subîncrengăturile **Taphrinomycotina**, **Saccharomycotina** și **Pezizomycotina** (**IBrF**).

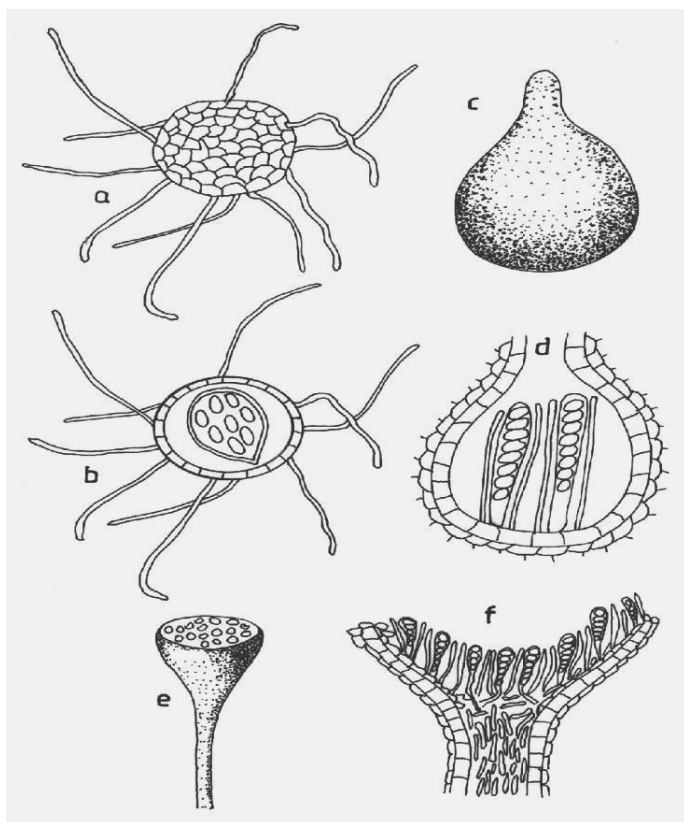


Fig. 120. Tipuri de corpuri sporifere la **Ascomycota**:

- a. cleistoteciu (aspect exterior); b. cleistoteciu secționat, cu ască și ascospori; c. periteciu (aspect exterior); d. periteciu secționat, cu asce și parafize; e. apoteciu pedunculat; f. apoteciu secționat, cu asce și parafize.

3.7.3.3.1. Subîncrângătura *Taphrinomycotina*

În subîncrângătura ***Taphrinomycotina*** sunt ciuperci saprofite și ciuperci patogene, care nu au ascocarp. Talul este unicelular sau filamentos, iar ascele sunt neînvelite (gimnoasce). Subîncrângătura ***Taphrinomycotina*** conține 4 clase, precum ***Taphrinomycetes***, ***Neoelectromycetes*** etc. (IBrF).

Clasa Taphrinomycetes

În clasa ***Taphrinomycetes*** (1AT) există ciuperci parazite sau patogene pe plante, care au asce libere. Această clasă conține un singur ordin (***Taphrinales***) (IBrF).

Ordinul Taphrinales

În ordinul ***Taphrinales*** (11AT) sunt ciuperci care formează asce unitunicate, cu câte 8 ascospori, care au proprietatea de a înmuguri în ască. Aceste ciuperci nu formează conidii. Genuri caracteristice sunt *Taphrina* și *Protomyces* (IBrF). În ciclul de dezvoltare al acestor ciuperci alternează haplofaza, dicariofaza și diplofaza (Fig. 121).

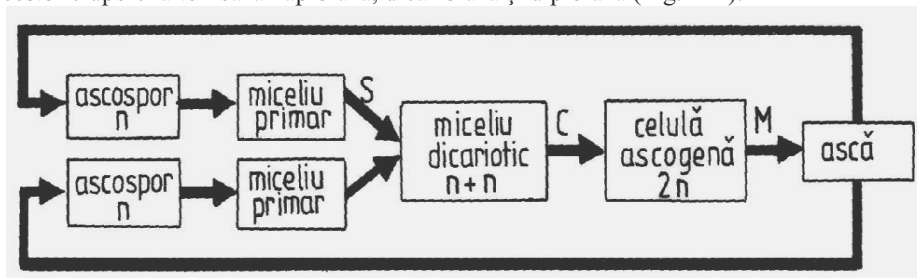


Fig. 121. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Taphrina*:

S. somatogamie; C. cariogamie; M. meioză.

Genul *Taphrina* (111AT) cuprinde peste 100 de specii parazite pe plante. La aceste ciuperci, miceliul primar este de scurtă durată și se dezvoltă saprofit, iar miceliul secundar este endoparazit intercelular și este predominant în ciclul de viață.

Speciile genului *Taphrina* produc la plante deformări ale frunzelor, fructelor și ramurilor. Aceste ciuperci sintetizează **chinone** care stimulează creșterea organelor atacate.

Taphrina pruni (1111AT) atacă fructele de prun (*Prunus domestica*) și determină formarea hurlupilor. Fructele atacate au mezocarpul hipertrofiat, iar endocarpul și sămânța sunt atrofiate. Pe suprafața fructelor atacate se formează o pulbere fină, albă-cenușie, formată din asce cilindrice, susținute de o celulă bazală ovoidală. Ascosporii înmuguresc în interiorul ascei și sunt puși în libertate prin gelificarea vârfului acesteia (Fig. 122 și 123).

Atacul ciupercii *Taphrina deformans* (1112AT) determină bășicarea frunzelor și fructelor de piersic (*Persica vulgaris*) (Fig. 124).

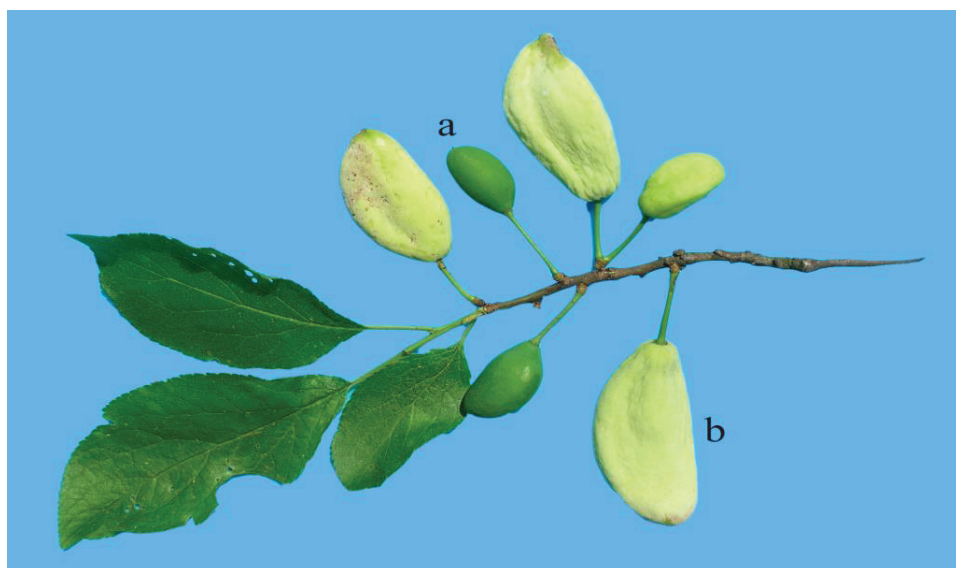


Fig. 122. *Taphrina pruni*: fruct sănătos (a) și fruct atacat (b).

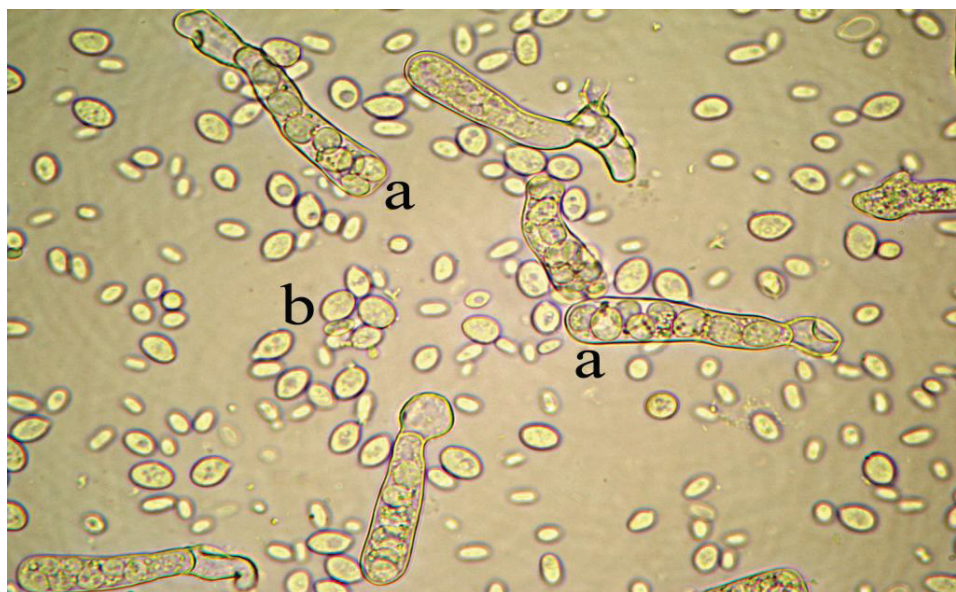


Fig. 123. *Taphrina pruni*: a. ască cu ascospori; b. ascospori (imagine la microscop optic).



Fig. 124. *Taphrina deformans*: bășicarea frunzelor de piersic.

3.7.3.3.2. Subîncrengătura *Saccharomycotina*

În subîncrengătura ***Saccharomycotina*** sunt cuprinse ciuperci saprofite și ciuperci patogene, cunoscute sub denumirea de **drojdii** adevărate. Talul este unicelular, iar reproducerea asexuată este prin înmugurire (fragmentare celulei în două părți inegale) sau prin fisiune (fragmentarea celulei în două părți egale). Această subîncrengătură conține o singură clasă (***Saccharomycetes***) (**IBrF**).

În clasa ***Saccharomycetes*** (**2AS**) sunt drojdii saprofite sau patogene. Se înmulțesc prin înmugurire sau fisiune și conțin un singur ordin.

Ordinul Saccharomycetales

În ordinul ***Saccharomycetales*** (**21AS**) sunt drojdii ascomicete care sunt saprofite sau patogene pe plante sau oameni. Pereții celulari nu conțin chitină. Majoritatea drojdiilor prezintă tal de tip **dermatoplast**. Înmulțirea asexuată se realizează prin înmugurire (**blastospori**) sau prin diviziune directă. Aceste ciuperci nu formează spori asexuați (conidii).

Ascele se formează prin conjugare și conțin ascospori. Anumite drojdii (precum *Candida*) nu produc ascospori și sunt denumite **drojdii asporogene**. Genuri reprezentative din acest ordin sunt *Saccharomyces* (211AS), *Candida* etc. (IBrF).

La *Saccharomyces* (211AS), înmulțirea asexuată se realizează prin înmugurire. Cea mai cunoscută dintre specii este *Saccharomyces cerevisiae* (2111AS), denumită popular **drojdia de bere**. Celulele vegetative de *S. cerevisiae* sunt diploide și conțin câte 8 cromozomi (Webster, 1993). Aceste celule devin ascogene și formează, în ască, câte 4 ascospori (n), cu potențe sexuale diferite. Prin copularea ascosporilor cu potențe diferite se formează celulele vegetative (Fig. 125 și 126).

Ascosporii au capacitatea de a înmuguri în ască. Celulele de *S. cerevisiae* secretă diferite exoenzyme prin care acționează asupra zaharidelor (glucoză, galactoză, maltoză, zaharoză etc.) pe care le descompun în produși mai simpli. Această ciupercă este folosită la fermentația alcoolică a berii, a vinului și la dospirea pâinii în panificație (Pârvu, 1999). Specia *S. cerevisiae* prezintă numeroase varietăți (var.) și foarte multe tulpini cu importanță economică deosebită. *S. cerevisiae* var. *ellipsoideus* (syn. *S. ellipsoideus*) este cunoscută sub denumirea de **drojdia de vin**.

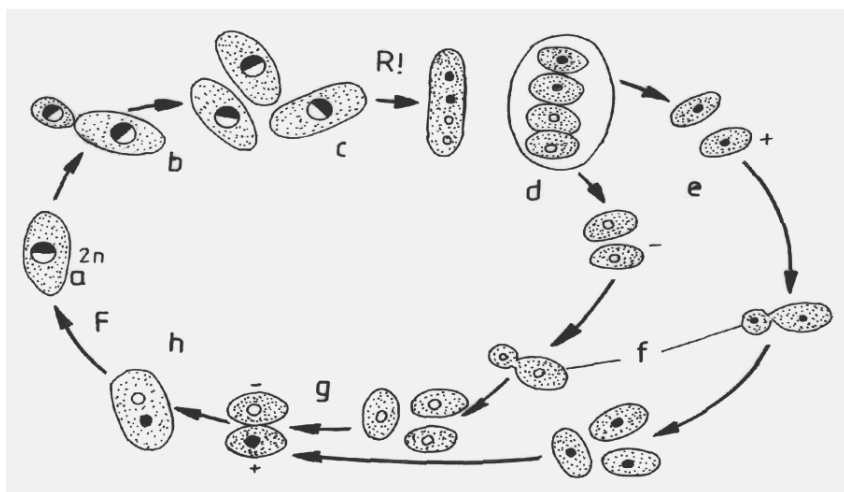


Fig. 125. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Saccharomyces cerevisiae*:
a. celulă vegetativă (dermatoplast); b. înmugurirea celulei vegetative; c. celulă ascogenă; d. ască cu ascospori; e. ascospori; f. înmugurirea ascosporilor; g. fuzionarea ascosporilor cu potențe sexuale diferite; h. celulă vegetativă binucleată; F. fecundație; R!. diviziune reduțională.

Dintre speciile genului *Candida* (212AS), *Candida albicans* (2121AS) este considerată cea mai comună specie de ciuperci (Fig. 127) a microbiotei umane (Nobile și Johnson, 2015).

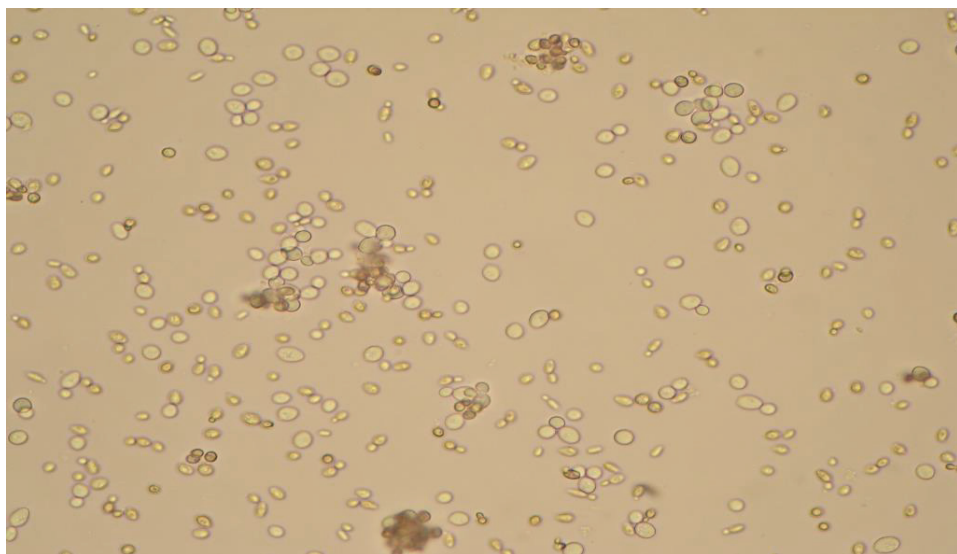


Fig. 126. *Saccharomyces cerevisiae*: celule la microscop optic.

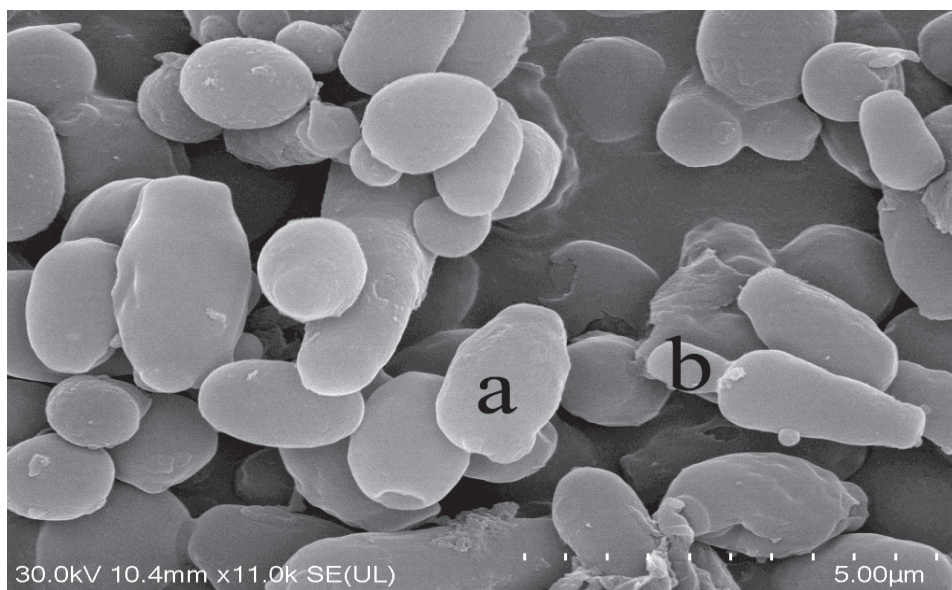


Fig. 127. Celule (a) și blastospori (b) de *Candida albicans* (imagine la microscop electronic scanning).

3.7.3.3.3. Subîncrengătura *Pezizomycotina*

În subîncrengătura ***Pezizomycotina*** sunt ciuperci saprofite sau parazite și ciuperci care trăiesc în simbioză cu alge și formează licheni. În această subîncrengătură sunt toate ciupercile care formează ascocarpi și respectiv asce cu ascospori. Unele specii au pierdut capacitatea de a forma asce cu spori și prezintă numai înmulțire asexuată. Cuprinde 10 clase precum ***Eurotiomycetes***, ***Lecanoromycetes***, ***Leotiomycetes***, ***Pezizomycetes***, ***Sordariomycetes*** etc. (IBrF).

Clasa Eurotiomycetes

În clasa ***Eurotiomycetes*** (3AE) sunt ciuperci parazite pe animale și ciuperci saprofite în sol. Ascele sunt mici și trecătoare și se formează în cleistoteciu. Conține 7 ordine, precum ***Eurotiales*** și ***Onygenales*** (IBrF).

Ordinul Eurotiales

În ordinul ***Eurotiales*** (31AE) sunt ciuperci parazite pe animale și ciuperci saprofite pe diferite substraturi. Ciclul biologic al ciupercilor ***Eurotiales*** cuprinde un stadiu asexuat (anamorf) și un stadiu sexuat (teleomorf). Stadiul asexuat este reprezentat de conidii dispuse în lanț pe conidiofor, iar cel sexuat de ascospori așezați în asce grupate în cleistoteciu. Genuri caracteristice sunt *Aspergillus* (311AE), *Eurotium* (312AE) și *Penicillium* (313AE) (IBrF).

Acest ordin cuprinde ciuperci cu o importanță economică deosebită, așa cum sunt anumite specii de *Aspergillus* și *Penicillium*.

La *Aspergillus* (311AE), conidioforii sunt erecți, neramificați și prezintă apical o vezică cu metule, fialide (sterigme) și conidii dispuse în lanț (Fig. 128).

Genul *Aspergillus* cuprinde specii saprofite și specii parazite. La *Aspergillus niger* (3111AE), pe miceliul alb se formează o sporulație neagră alcătuită din conidiofori și conidii (Fig. 129 și 130). Această specie este comună în natură și se întâlnește pe ceapă, fructe, gemuri și în sol (Pârvu, 2007). De asemenea, se poate dezvolta în căile respiratorii și în plămâni la om și produce boala denumită **aspergiloză** (Koneman și colab., 1997).

La *Aspergillus flavus* (3112AE), sporulația este de culoare galbenă sau galbenă-brunie. Această specie este saprofită și produce toxine caracteristice, precum **aflatoxine**, **acid aspergillic** etc. (Samson și van Reenen-Hoekstra, 1988).

Genul *Penicillium* (313AE) cuprinde numeroase specii saprofite și patogene, cunoscute popular sub denumirea de **mucegai verde-albăstrui**, datorită culorii sporulației. La *Penicillium*, sporulația se formează pe miceliu primar (n) și este alcătuită din conidiofori și conidii. Conidioforii sunt pluricelulari și prezintă apical metule, fialide și conidii dispuse în lanț (Fig. 128).

Penicillium chrysogenum (syn. *Penicillium notatum*) (3131AE) este utilizată industrial pentru producerea antibioticului **penicilină**, iar *Penicillium roqueforti* (3132AE) este folosită pentru obținerea brânzeturilor de tip Roquefort.

Ciuperca *Penicillium expansum* (3133AE) se întâlnește pe fructele pomilor fructiferi (măr, păr etc.) și determină alterarea acestora, mai ales în depozite (Fig. 131 și

132). Această specie produce toxine caracteristice precum **patulină** și **citrinină** (Samson și van Reenen-Hoekstra, 1988).

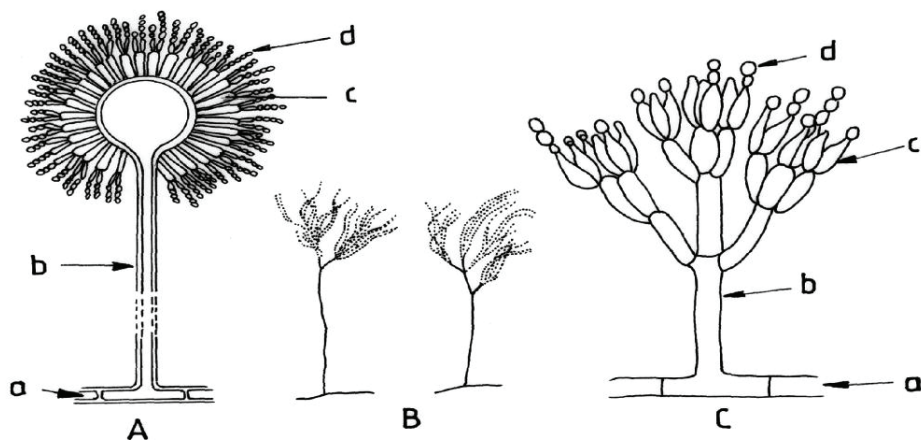


Fig. 128. Sporulația la ciuperci **Eurotiales**:

A. aspect microscopic al sporulației la *Aspergillus*; B. aspect general al miceliului și sporulației la *Penicillium*; C. aspect microscopic al sporulației la *Penicillium*: a. miceliu; b. conidiofor; c. sterigme; d. conidii (după Samson și van Reenen-Hoekstra, 1988).

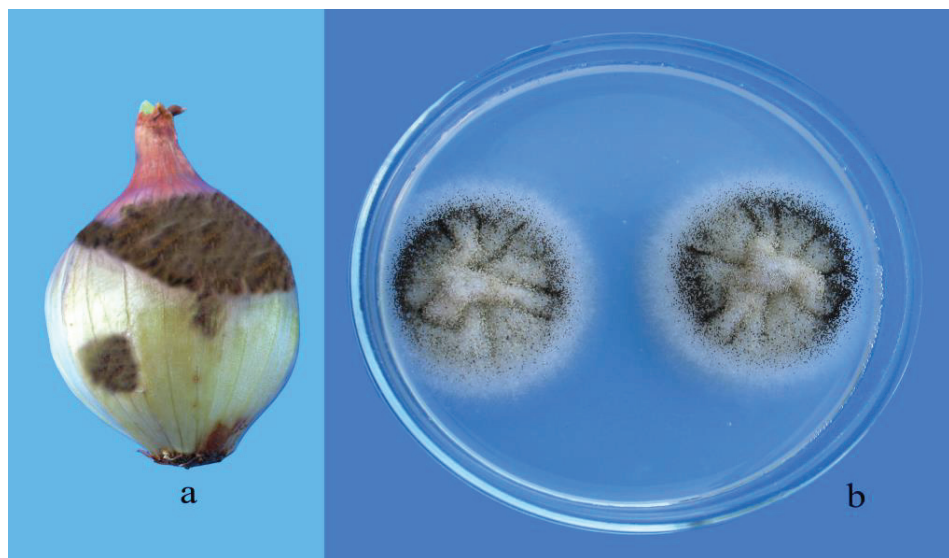


Fig. 129. *Aspergillus niger*: sporulație pe bulb de ceapă (a); colonii duble pe mediul Czapek-agar (b).



Fig. 130. *Aspergillus niger*: conidiofor (a) și conidii (b) la microscop optic.

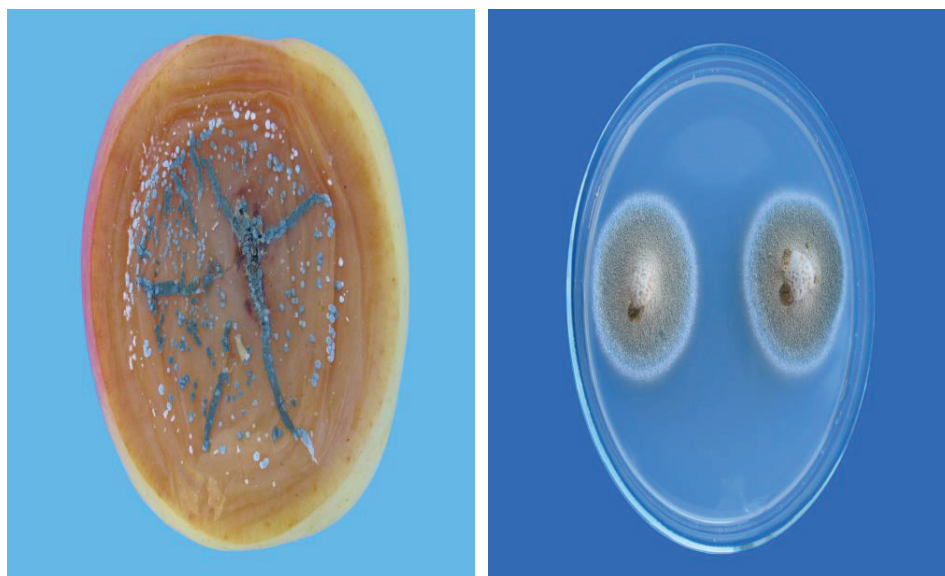


Fig. 131. *Penicillium expansum*: măr cu mucegai verde-albăstrui; B. colonii duble pe mediul Czapek-agar.

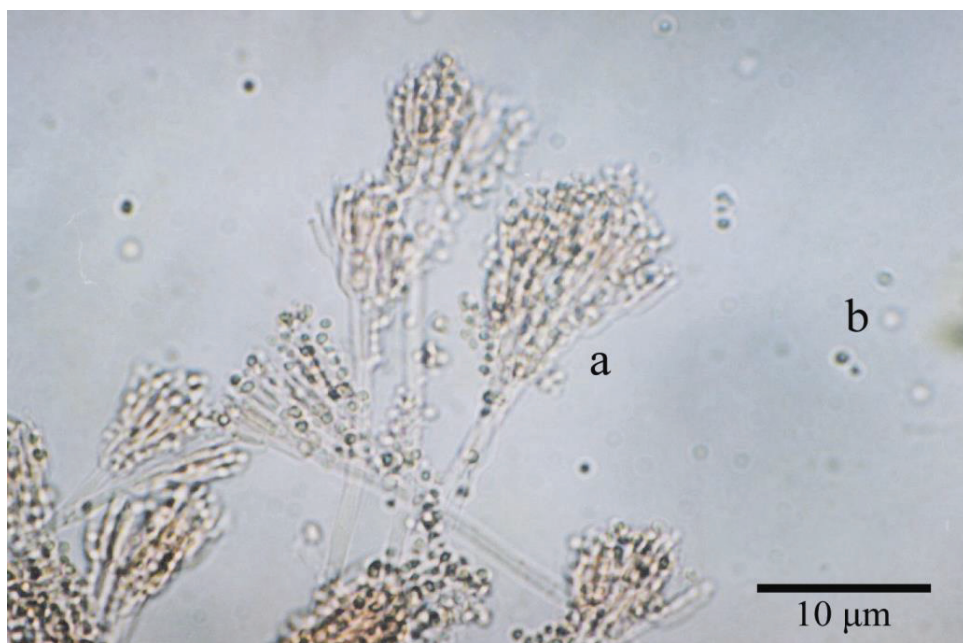


Fig. 132 *Penicillium expansum*: conidiofor (a) și conidii (b) la microscop optic.

Clasa Leotiomyces

În clasa **Leotiomyces (4AL)** sunt cuprinse ciuperci parazite pe plante, în special pe fructe. Ascele **sunt inoperculate**, cu pereți subțiri. Această clasă cuprinde mucegaiuri și conține 5 ordine, precum **Erysiphales (41AL)**, **Helotiales (42AL)**, **Rhizomatales (43AL)**.

Ordinul Erysiphales

În ordinul **Erysiphales** sunt cuprinse ciuperci **ectoparazite obligate** care determină, la plante, boli cunoscute sub denumirea de **făinare** sau **oidium**. Miceliul ciupercilor se fixează pe suprafața plantelor cu ajutorul apresorilor, iar absorbția substanțelor nutritive se realizează prin **haustori**. Ciupercile **Erysiphales (41AL)** sunt grupate în familia **Erysiphaceae** (Braun, 1987).

Stadiul asexuat al acestor ciuperci este reprezentat de conidiofori și conidii care au culoarea cenușie-albicioasă, de unde provine denumirea bolii de făinare. Majoritatea speciilor de **Erysiphaceae** prezintă conidii (înlănțuite) de tip *Oidium*, situate pe conidiofor și formate prin fragmentarea succesivă a părții apicale a acestuia.

Ascele ciupercilor **Erysiphaceae** sunt unitunicate și sunt situate în cleistoteciu prevăzut cu apendici (fulcre). La maturitate, cleistoteciu este brun-negricios. Ascele conțin ascospori (4 – 8) unicelulari și elipsoidali (Pârvu, 2007).

În cleistoteciu se poate forma o singură ască sau mai multe. În funcție de acest caracter, speciile se grupează în **Erysiphaceae** monoasce și **Erysiphaceae** poliasce.

Genuri caracteristice, din ordinul **Erysiphales**, sunt *Podosphaera* (411AL), *Erysiphe* (412AL) și *Uncinula* (413AL) etc.

La *Podosphaera mors-uvae* (4111AL), cleistoteciu este monoasc și conține o ască cu câte 8 ascospori, iar stadiul conidian este de tip *Oidium* (Fig. 133 și 134). Această ciupercă produce făinarea americană a agrișului și se întâlnește frecvent pe plante de *Ribes nigrum*, *Ribes rubrum* și *Ribes grossularia*. Boala se manifestă pe frunze, pe lăstari tineri și pe fructe.

La *Podosphaera pannosa* (4112AL), cleistoteciu este monoasc și stadiul conidian este de tip *Oidium*. Această specie determină făinarea la trandafir (Fig.135).



Fig. 133. *Podosphaera mors-uvae*: agrișe cu făinare.

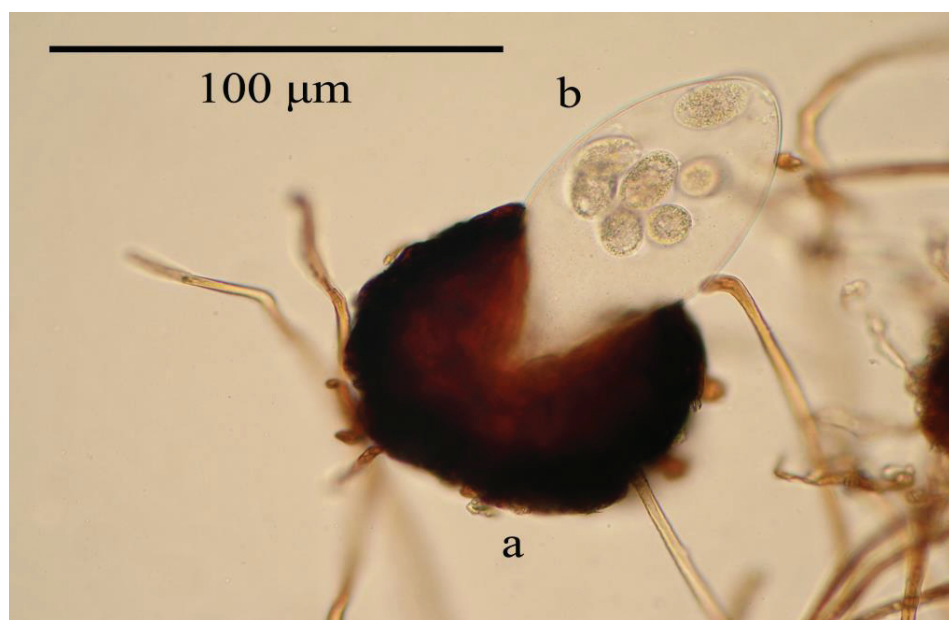


Fig. 134. *Podosphaera mors-uvae*: cleistoteciu (a) cu ască și ascospori (b) (imagine la microscop optic).

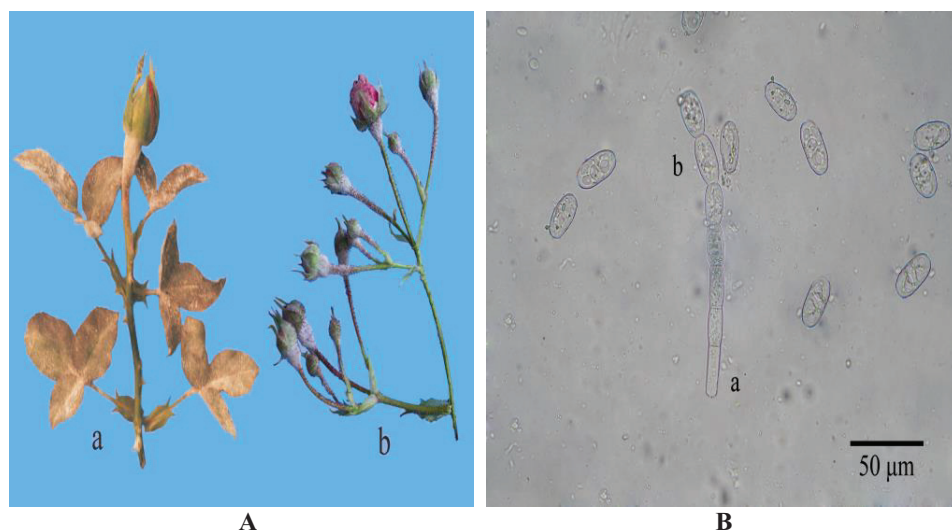


Fig. 135. *Podosphaera pannosa*: A. făinare pe frunză (a) și boboci floral (b) de trandafir; B. sporulație (a. conidiofor; b. conidii) la microscop optic.

Ordinul Helotiales

În ordinul **Helotiales** (42AL) sunt cuprinse ciuperci patogene pe plante, saprofite, micorizante, parazite sau simbiotice pe rădăcini (**IBrF**). Aceste ciuperci au apoteciu cu **asce inoperculate**, printre care se găsesc parafize. Apoteciile se formează libere pe stromă sau prin germinarea scleroților. Stadiul conidian este de diferite tipuri (conidiofori cu conidii izolați sau grupați).

Ciupercile **Helotiales** sunt grupate în mai multe familii, precum **Dermateaceae**, **Helotiaceae** și **Sclerotiniaceae** (Pârvu, 2007).

Ciupercile **Sclerotiniaceae** prezintă organe de rezistență denumite **scleroți**, care formează prin germinare apotecii cărnoase, în formă de pălnie, susținute de un peduncul (Fig. 136) sau formează miceliu (Mircea și colab., 2016). În familia **Sclerotiniaceae** sunt cuprinse genuri precum *Monilinia* (421AL), *Sclerotinia* (422AL), *Botryotinia* (423AL), *Dumontinia* (424AL) din care fac parte ciuperci fitopatogene, precum *Monilinia fructigena*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botryotinia fuckeliana* și *Dumontinia tuberosa* (Mircea și colab., 2016).

Monilinia fructigena (4211AL) formează scleroți în interiorul fructelor atacate. Apoteciile sunt pedunculate și conțin asce alungite cu câte 8 ascospori unicelulari. Stadiul conidian este reprezentat de conidiofori și conidii grupați în **sporodochii** (Fig. 137).

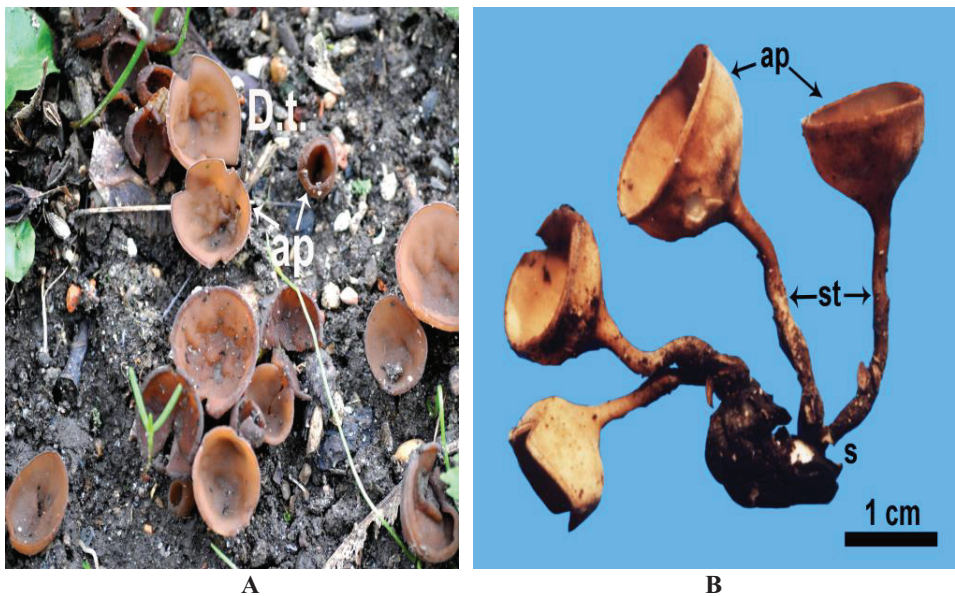


Fig. 136. *Dumontinia tuberosa*:

A. apotecii (ap) pe sol, lângă plante de *Ranunculus ficaria*; B. sclerot (s) cu apotecii (ap) pedunculate (st).

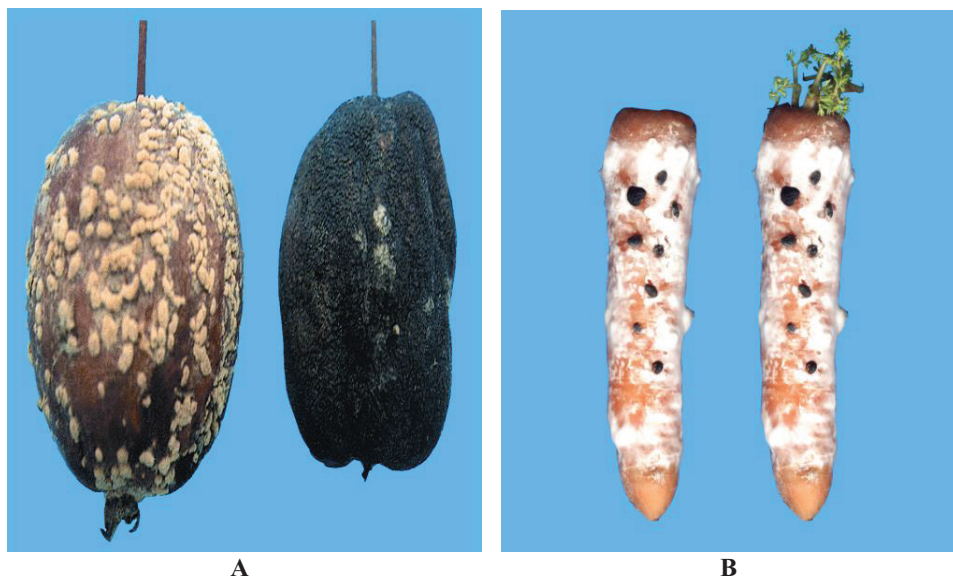


Fig. 137. Mere atacate de *Monilinia fructigena* (A) și rădăcini de morcov cu putregai și scleroți negri de *Sclerotinia sclerotiorum* (B).

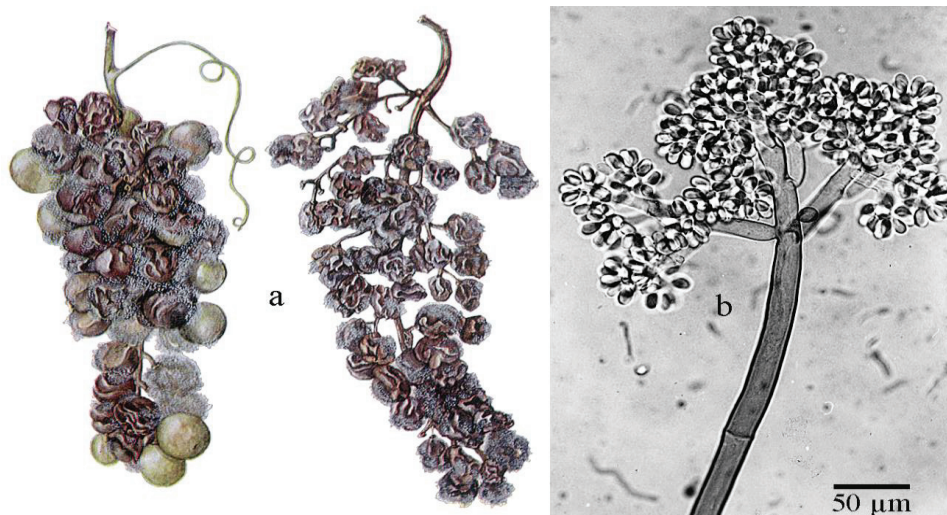


Fig. 138. *Botryotinia fuckeliana*:
a. putregai cenușiu pe struguri; b. conidiofor și conidii de tip *Botrytis cinerea* (imagine la microscop optic).

Această ciupercă determină **monilioza** sau putregaiul brun și mumifierea fructelor de măr și păr (Fig. 136).

Sclerotinia sclerotiorum (**4221AL**) formează scleroți la suprafața și în interiorul organelor atacate (Fig. 137). Plantele atacate (floarea soarelui, rădăcinoase etc.) putrezesc și sunt acoperite de miceliul alb al ciupercii pe care se formează scleroți. Această specie nu prezintă stadiu conidian, iar apotecile sunt asemănătoare cu cele ale ciupercii *Monilinia fructigena*. Ciuperca determină putregaiul alb al plantelor.

Botryotinia fuckeliana (**4231AL**) formează scleroți, la suprafața organelor atacate. Această ciupercă atacă vița de vie și determină putregaiul cenușiu al strugurilor (Fig. 138). Fructele atacate putrezesc și sunt acoperite de sporulație cenușie, a ciupercii, alcătuită din conidiofori și conidii de tip *Botrytis cinerea* (**4232AL**) (Pârvu, 2007).

Clasa Sordariomycetes

În clasa **Sordariomycetes** (**5AS**) există ciuperci patogene pe plante, care determină formarea de cancer; unele ciuperci sunt saprofite. Corpul sporifer caracteristic este periteciul, în formă de pară până la formă globuloasă, care are ostiolă proeminentă. Această clasă conține 19 ordine, precum **Hypocreales**, **Sordariales**, **Xylariales** etc. (**IBrF**).

Ordinul Hypocreales

În ordinul **Hypocreales** (**51AS**) există ciuperci parazite sau patogene pe plante, care pot cauza formarea de cancer. Periteciul și stroma sunt colorate strălucitor și au consistență diferită (membranos, cărnos, cărbunos). Ascele sunt situate în periteciul și formează o regiune fertilă (himenială). Printre asce se găsesc filamente sterile denumite **parafize**. Genuri caracteristice sunt *Hypocrea* (**511AS**), *Nectria* (**512AS**), *Cordyceps* (**513AS**), *Claviceps* (**514AS**) etc. (**IBrF**).

Claviceps purpurea (**5141AS**) este o ciupercă parazită, care determină boala denumită **corn** sau **pinten** la secară. Denumirea bolii provine de la forma scleroților care se formează în florile infectate. Stromele ciupercii sunt roz-purpurii, sunt cărnoase și sunt susținute de un peduncul lung. În strome se formează peritecii cu asce cilindrice care conțin câte 8 ascospori filamentoși și pluricelulari. Ascosporii sunt eliberați din asce și infectează florile de secară. În ovarul florilor se formează miceliu pe care cresc conidiofori și conidii unicelulare. Stadiul conidian este cunoscut sub denumirea de *Sphacelia segetum* (Fig. 139). Diseminarea conidiilor și propagarea infecției sunt realizate de insecte.

Spre sfârșitul perioadei de vegetație a plantelor, în florile infectate se dezvoltă scleroți fusiformi, care se formează în locul cariopselor. Scleroții reprezintă organele de rezistență ale ciupercii. Primăvara, scleroții germinează și formează strome caracteristice.

Scleroții de *Claviceps purpurea* prezintă importanță farmaceutică, deoarece conțin principii active cu acțiune hemostatică (**ergotina**) sau care provoacă contracția mușchilor netezi (**sfacelina**). În componența acestor principii active se găsesc alcaloizi precum ergotamina, ergocristina etc.

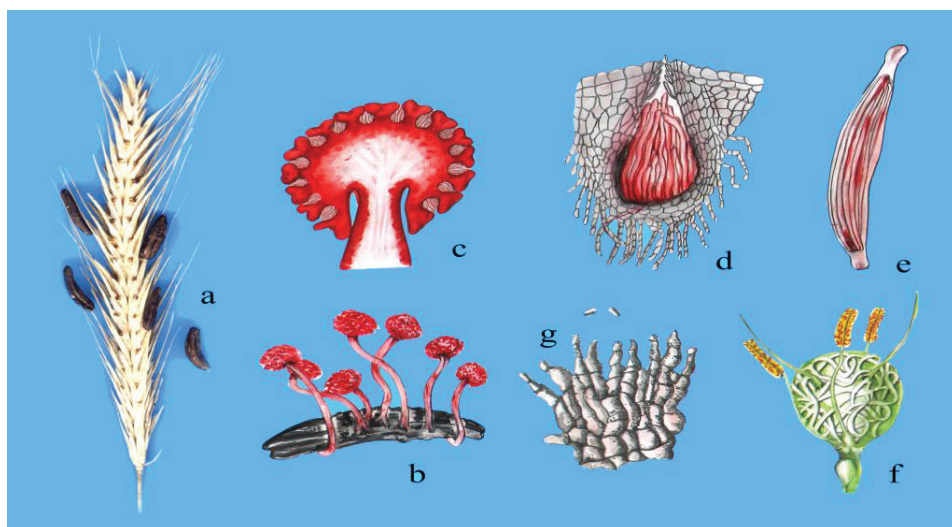


Fig. 139. *Claviceps purpurea*:

a. spic de secară cu scleroți negri; b. sclerot cu strome; c. stromă cu peritecii;
d. periteciu cu asce; e. ască cu ascospori; f. miceliu în ovarul florii; g. conidiofori
și conidii (*Sphacelia segetum*).

Clasa Lecanoromycetes

În clasa **Lecanoromycetes (6AL)** sunt ciuperci ascomicete care formează licheni. Ascele au vârful ascal gros, cu un canal îngust. Clasa conține 10 ordine, precum **Lecanorales, Peltigerales, Teloschistales** etc. (IBrF).

Ordinul Lecanorales

Majoritatea lichenilor aparțin ordinului **Lecanorales (61AL)**. Celulele fotobiontului sunt reprezentate de alge verzi (*Trebouxia, Chlorococcum* etc.). Corpul de fructificație este reprezentat de apotecii. Lichenii din ordinul **Lecanorales** au talul variat ca formă (crustos, foliaceu și fruticulos), consistență și culoare. Genuri caracteristice sunt *Lecanora (611AL)*, *Cladonia (612AL)*, *Cetraria (613AL)*, *Usnea (614AL)*, *Pseudevernia (615AL)*, *Evernia (616AL)*.

Cetraria islandica (6131AL) are talul foliaceu, de culoare variată (Fig. 140), prevăzut cu rizine dispuse marginal. Se întâlnește pe sol, în zona alpină (Ciurchea, 1998).

Cladonia rangiferina (gr. kladon = ramură, lăstar, tulpiniță; lat. rangiferinus = al renilor)(**6121AL**) are tal fruticulos, de culoare alb-cenușie (Fig. 140) și este denumit "lichenul renilor". Este o specie tericolă și corticolă, care trăiește la marginea pădurilor de conifere, în pajiști montane și subalpine.

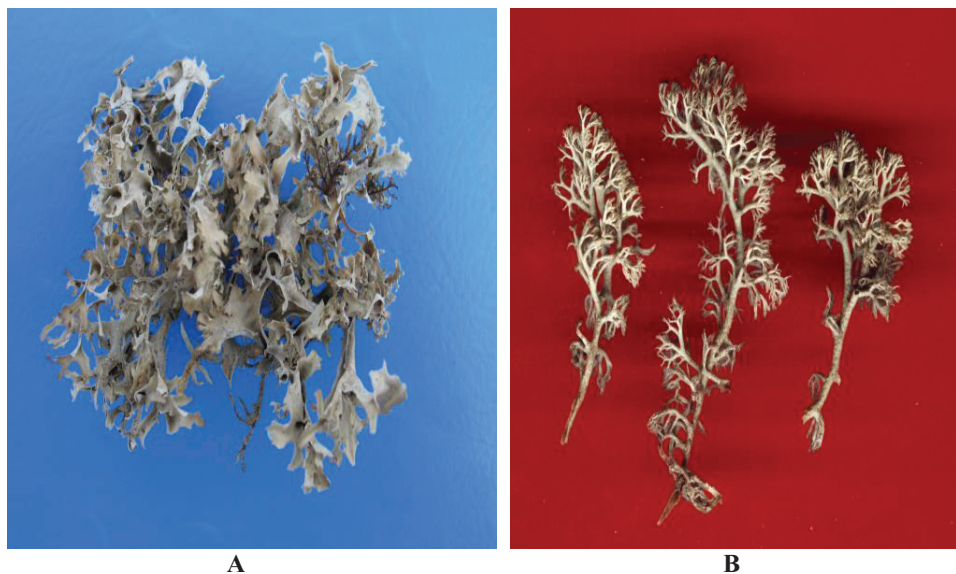


Fig. 140. Tal de *Cetraria islandica* (A) și *Cladonia rangiferina* (B).



Fig. 141. *Pseudevernia furfuracea*: fața superioară cenușie-verzuie și fața inferioară cenușiu negricioasă a talului.



Fig. 142. Tal de *Evernia prunastri* pe ramură de prun.

Pseudevernia furfuracea (syn. *Parmelia furfuracea*) (**6151AL**) are tal foliaceu, furcat ramificat, de culoare cenușiu-verzuie pe fața superioară și cenușiu negricioasă pe fața inferioară (Fig. 141). Este un lichen frecvent pe ritidom al arborilor foioși și coniferelor (molid, brad).

Evernia prunastri (lichenul de prun)(**6161AL**) este un lichen corticol, fruticulos, de culoare verde-cenușiu pe fața superioară a talului și albă-gălbuie pe cea inferioară. Se întâlnește pe ramuri și trunchiuri ale pomilor fructiferi (Fig. 142).

Usnea barbata (**6141AL**) este un lichen fruticulos care se fixează pe substrat cu un crampon bazal (Mantu și Petria, 1971). Acest lichen corticol (Fig. 143) se întâlnește frecvent în zona de munte, pe molid (*Picea excelsa*), brad (*Abies alba*), pin roșu (*Pinus sylvestris*) etc.

Ordinul Peltigerales

În ordinul **Peltigerales** (**62AL**) sunt licheni tericoli sau corticoli, cu tal foliaceu. Genuri caracteristice sunt *Lobaria* (**621AL**) și *Peltigera* (**622AL**). *Lobaria pulmonaria* (**6211AL**) este un lichen foliaceu corticol (Fig. 144), iar *Peltigera canina* (**6221AL**) este un lichen tericol, care are apotecii de culoare roșie-brunie (Fig. 144). Culoarea apoteciei este determinată de pigmenții situați în vârful parafizelor din regiunea himenială (Webster, 1993).

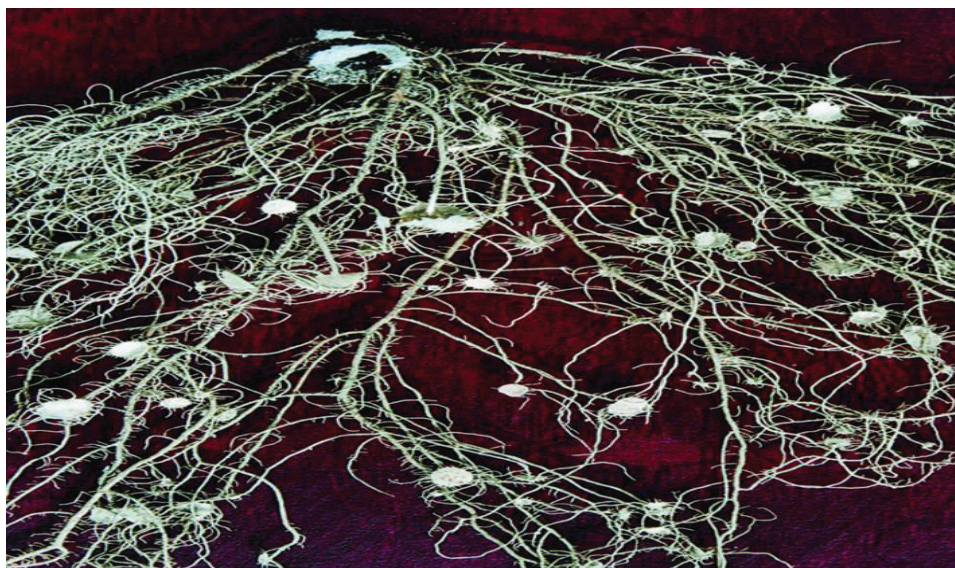


Fig. 143. *Usnea barbata*: tal filamentos cu apotecii.



A



B

Fig. 144. Tal de *Lobaria pulmonaria* (A) și *Peltigera canina* (B).

Ordinul Teloschistales

În ordinul **Teloschistales** (63AL) sunt grupați numeroși licheni foliacei. Genuri caracteristice sunt *Teloschistes* (631AL), *Xanthoria* (632AL), *Caloplaca* (633AL), *Fulgensia* (634AL) etc. (Purvis și colab., 1992).

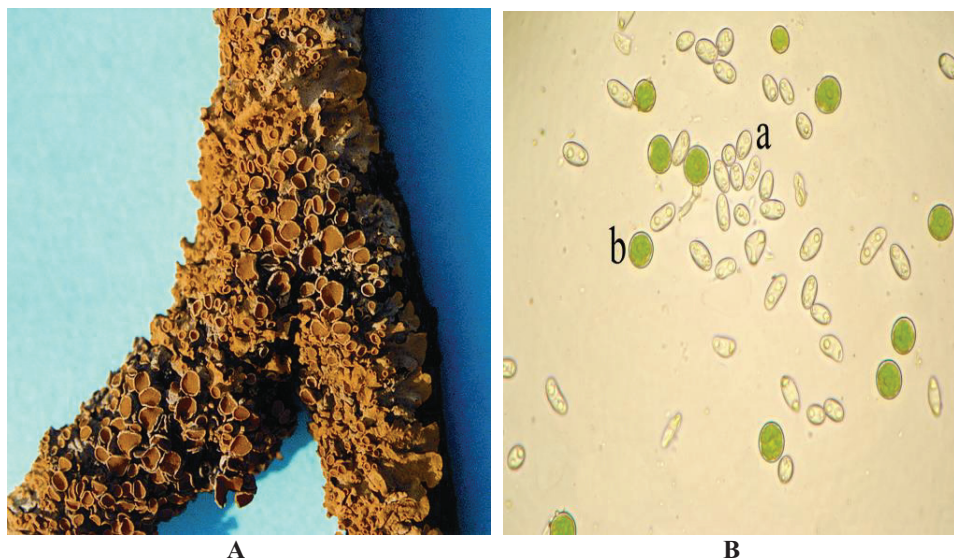


Fig. 145. *Xanthoria parietina*: lichen foliaceu cu apotecii galbene-aurii (A); ascospori (a) și alge verzi de *Trebouxia* (b) din apoteciu (B).

Xanthoria parietina (6321AL) este un lichen foliaceu, lobat, galben, prevăzut cu apotecii galbene-aurii (Fig. 145). Culoarea galbenă a talului este determinată de prezența unei chinone denumită **parietină** (Webster, 1993). Acest lichen galben se întâlnește pe diferiți pomi fructiferi, arbori și arbuști (Mantu și Petria, 1971).

Ordinul Rhizocarpales

În ordinul **Rhizocarpales** (64AL) sunt cuprinși licheni cu tal crustos sau scvamos. Apoteciile sunt sesile sau imersate, iar ascosporii sunt hialini sau bruni, cu un sept sau muriformi. Picnidiile sunt stadiul anamorf. Lichenizează cu alge verzi (Kirk și colab., 2001). Gen caracteristic este *Rhizocarpon* (641AL), care face parte din familia **Rhizocarpaceae**.

Lichenul *Rhizocarpon geographicum* (gr. rhiza = rădăcină; karpos = fruct; gé = pământ; graphe = scriere) prezintă **tal crustos**, de culoare galben-verzui până la galben-portocaliu, cu contururi foarte variate. Talul este bine fixat și nu poate fi desprins cu ușurință de substrat (Fig. 146).



Fig. 146. *Rhizocarpon geographicum*: tal galben cu apotecii negre.

Pe suprafața talului se observă (la binocular) apotecii poligonale, de culoare neagră, plate sau ușor convexe, adâncite.

Rhizocarpon geographicum (**6411AL**) este unul dintre cei mai frecvenți licheni crustoși, întâlniți în stațiuni însoțite, pe stânci silicioase, ziduri și monumente (Fig. 146).

Ordinul Caliciales

În ordinul **Caliciales** (**65AL**) sunt licheni cu tal crustos, foliaceu sau fruticulos. Apoteciile sunt sesile, rareori imersate, iar ascosporii sunt, în mod usual, septați și bruni. Lichenizează cu alge verzi și au picnidii (Kirk și colab., 2001). Familii ale acestui ordin sunt **Caliciaceae** și **Physciaceae**.

Un gen caracteristic din familia **Physciaceae** este *Physcia* (**651AL**). Lichenul *Physcia stellaris* (lat. fiscina, ae = paneraș, coșuleț; stellaris = în formă de stea) prezintă tal foliaceu (lamelar) și lobat neregulat, de culoare cenușie albăstruie și apotecii negre, pruinoase (Fig. 147). *Physcia stellaris* (**6511AL**) se dezvoltă pe ramuri și trunchiuri ale arborilor cu frunze căzătoare, adesea asociat cu lichenul galben (*Xanthoria parietina*) și este denumit **lichen cenușiu** (Pârvu, 2007).

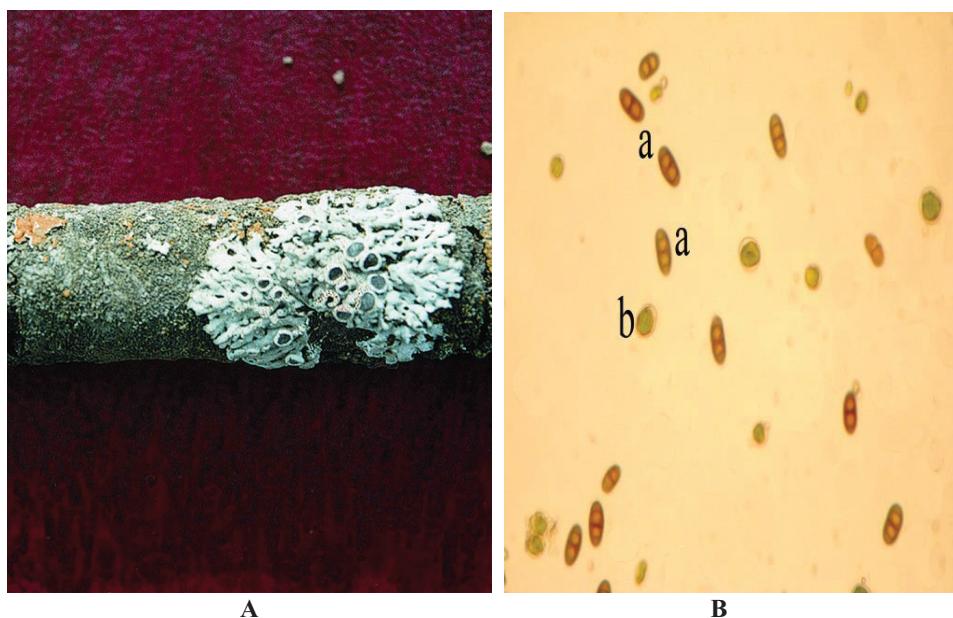


Fig. 147. *Physcia stellaris*: tal foliaceu cu apotecii negre (A); ascospori bicelulari (a) și celule algale (b) din apoteciu (B).

Clasa Pezizomycetes

În clasa **Pezizomycetes (7AP)** sunt ciuperci care au asce operculate și unitunicate. Se dezvoltă saprofit pe lemn, pe sol sau bălegar. Include unele ciuperci sub formă de cupă. Conține un ordin (**Pezizales**) (**IBrF**).

Ordinul Pezizales

În ordinul **Pezizales (71AP)** sunt ciuperci saprofite, care au ascocarpul epigeu sau hipogeu. Genuri caracteristice sunt *Peziza* (**711AP**), *Morchella* (**712AP**), *Tuber* (**713AP**), *Pyronema* (**714AP**) etc.) (**IBrF**).

La *Peziza badia* (**7111AP**), ascocarpul este cupuliform și sesil și are partea superioară de culoare brun-măsliniu, iar partea inferioară brun-roșcată (Fig. 148). *Peziza badia* se întâlnește pe soluri argilos-nisipoase, prin păduri, de primăvara până toamna. Prezintă comestibilitate cu valoare alimentară mică (Sălăgeanu și Sălăgeanu, 1985).

La *Morchella esculenta* (**7121AP**), ascocarpul este diferențiat în pălărie și picior (Fig. 148). Pălăria are formă ovoidă, culoare gălbuie-ocracee și prezintă numeroase alveole, separate prin creste sterile. Suprafața internă a alveolelor este căptușită cu stratul himenial alcătuit din asce cu ascospori. Se întâlnește primăvara până în iunie și este o ciupercă comestibilă (Sălăgeanu și Sălăgeanu, 1985).



A



B

Fig. 148. *Peziza badia* (A) și *Morchella esculenta* (B).



A



B

Fig. 149. *Tuber aestivum*: ascocarp (A) și asce cu ascospori (B).

La *Tuber aestivum* (**trufa de vară**), ascocarpul este subteran, este tuberculiform și parfumat. Ascocarpul prezintă peridie la exterior și glebă la interior. Peridia (învelișul extern) este de culoare neagră-albăstruie sau neagră-brunie și prezintă verucozități (Fig. 149). Gleba este cărnoasă și este străbătută de fascicule ramificate care delimitează zonele cu himeniul alcătuit din asce și hife sterile.

Tuber aestivum (**7131AP**) crește în grupuri numeroase sub pământ, prin păduri de foioase, pe soluri calcaroase, în simbioză cu rădăcinile plantelor. Se întâlnește de vara până iarna, este comestibilă, fiind foarte apreciată (Sălăgeanu și Sălăgeanu, 1985).

3.7.3.4. Încrengătura Basidiomycota

În încrengătura **Basidiomycota (IB)** sunt cuprinse cele mai evolute ciuperci. În ciclul de dezvoltare, aceste ciuperci prezintă miceliu primar, secundar și terțiar (unele). Miceliul primar (haploid) este de scurtă durată, iar miceliul secundar (dicariotic) este de lungă durată și este septat (**sept dolipor**).

La ciupercile **Basidiomycota** care formează carpozom (bazidiocarp), pe lângă miceliul primar și miceliul secundar, se întâlnește miceliul terțiar. Acest miceliu este alcătuit din celule binucleate, precum miceliul secundar, de care se deosebește printr-o structură anatomo-histologică aparte.

La ciupercile **Basidiomycota**, peretele celular al talului este alcătuit din **chitină** și **glucan**.

Înmulțire

Aceste ciuperci se înmulțesc asexuat și sexual.

Înmulțirea asexuată este mai puțin frecventă la ciupercile **Basidiomycota**. Totuși, anumite specii formează spori asexuați caracteristici, de tipul conidiilor, pe miceliul primar (n) sau pe hife specializate.

Înmulțirea sexuală se realizează prin **somatogamie** (conjugare). Aceasta constă în fuziunea a câte două celule vegetative (n) cu potențe sexuale diferite care dau naștere unui miceliu secundar (dicariotic). Unele celule dicariotice devin celule bazidiogene (diploide) care formează bazidii cu bazidiospori. Sporii sexuali caracteristici ciupercilor **Basidiomycota** se numesc bazidiospori și aceștia se formează pe bazidie.

Bazidia este organul sporifer al bazidiomicetelor și este similară cu asca de la ascomicete (Pârvu, 2003).

După structură și modul de formare, se disting două tipuri generale de bazidii: holobazidii și fragmobazidii (Fig. 150).

Holobazidiile (bazidiile întregi) prezintă o singură celulă cu patru excrescențe (sterigme) apicale pe care se prind bazidiosporii.

Fragmobazidiile iau naștere prin germinarea sporului de rezistență (teliosporului sau teleutosporului) și sunt alcătuite, în general, din mai multe celule rezultate prin fragmentare (longitudinală sau transversală). Pe fiecare dintre celule se prinde câte un bazidiospor. Fragmobazidiile mai sunt denumite și promiceliu.

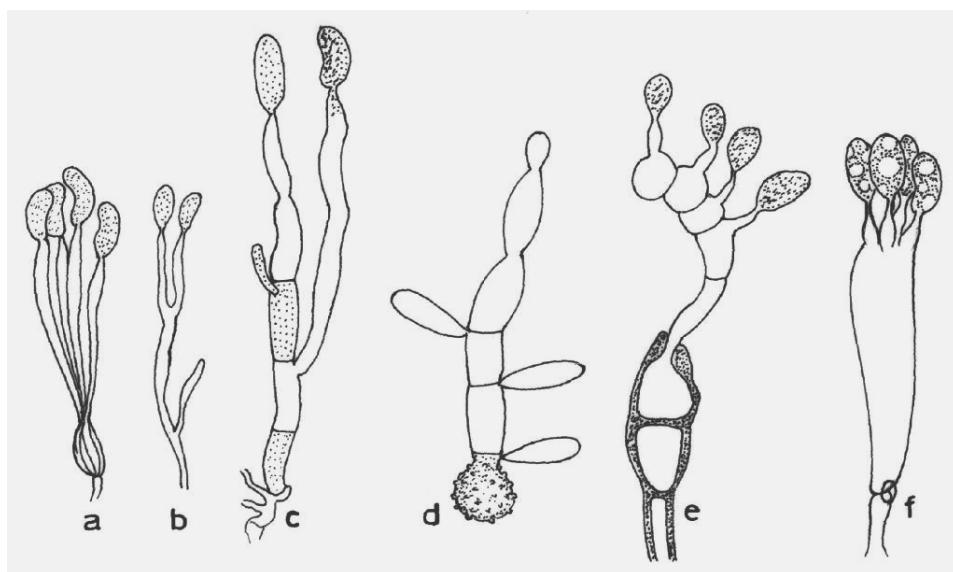


Fig. 150. Tipuri de bazidii:

a și b. frambazidie (divizată longitudinal); c. frambazidie (divizată transversal) de la *Auricularia*; d. teliospor germinat de *Ustilago* cu frambazidie; e. teleutospor germinat de *Puccinia graminis* cu frambazidie; f. holobazidie cu bazidiospori.

Părțile componente ale carpozomului

La ciupercile **Basidiomycota**, carpozoamele au forme foarte variate. Astfel, acestea se prezintă sub formă de cruste, console, pălărie și picior, tubercul, tufă etc.

Structura cea mai complexă a bazidiocarpului se întâlnește la ciupercile din ordinul **Agaricales**. La aceste ciuperci, carpozomul este format din **pălărie** (pileus) și **picior** (stipes). Unele specii au carpozomul sesil (fără picior).

La unele specii de ciuperci, pălăria este acoperită de solzi, iar piciorul este învelit parțial de **volvă**. Solzii de pe pălărie și volva provin dintr-o membrană denumită **văl universal**. De asemenea, carpozoamele unor specii prezintă inel pe picior și cortină pe marginea pălăriei (Fig. 151). Inelul și cortina provin dintr-o membrană denumită **văl parțial**. Inițial, această membrană protejează **regiunea himenială** care produce bazidii cu bazidiospori.

Încrângătura **Basidiomycota** cuprinde cca. 50 000 de specii de ciuperci (Gaya și colab., 2018), foarte diferite între ele, după modul de nutriție (saprofit, parazit, facultativ parazit), caracterele morfologice și modul de viață etc.

Clasificarea bazidiomicetelor se face în funcție de modul de formare a bazidiilor și bazidiosporilor, forma exterioară a corpurilor de fructificare (bazidiocarpilor), caracterele regiunii himeniale, caracteristicile ciclului biologic și ale sporilor de rezistență, caracterele

citologice, biochimice, de analiză moleculară etc. În funcție de aceste caractere, încrângătura **Basidiomycota (IB)** cuprinde trei subîncrângături: **Agaricomycotina**, **Pucciniomycotina** și **Ustilaginomycotina (IBrF)**.

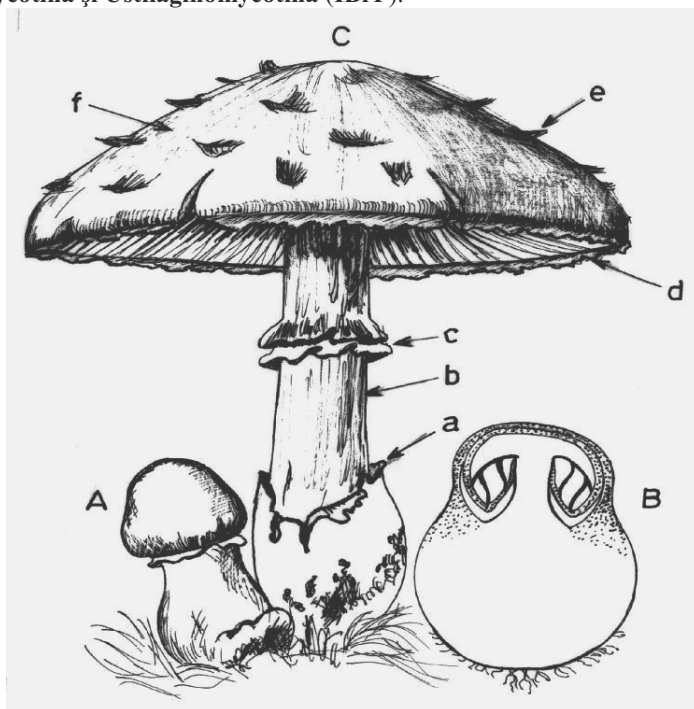


Fig. 151. Părțile componente ale unui carpozom la **Agaricales**:

A. carpozom tânăr; B. carpozom tânăr, secționat longitudinal; C. carpozom matur: a. volvă; b. picior (stipes); c. inel; d. cortină; e. solzi; f. pălărie.

3.7.3.4.1. Subîncrângătura **Agaricomycotina**

În această subîncrângătură sunt cuprinse ciuperci parazite sau simbiotice cu plante, animale sau alte ciuperci. Unele sunt saprofite sau micorizante. Bazidia poate fi nedivizată sau septată longitudinal ori transversal. Prezintă sept dolipor și parentozomi. Include ciuperci cu pălărie și picior, ciuperci de formă sferică sau ovală etc. și conține 3 clase: **Tremellomycetes**, **Dacrymycetes** și **Agaricomycetes (IBrF)**.

Clasa Agaricomycetes

În clasa **Agaricomycetes (IBA)** sunt ciuperci parazite, patogene, simbiote sau saprofite. Majoritatea sunt terestre, dar sunt câțiva membri acvatici. Conține 17 ordine,

precum **Agaricales**, **Boletales**, **Cantharellales**, **Auriculariales**, **Phallales**, **Polyporales**, **Russulales** etc. (IBrF).

Ordinul Agaricales

Majoritatea ciupercilor **Agaricales (11BA)** sunt saprofite, altele sunt parazite pe plante sau sunt micorizante. Bazidiocarpul este cărnos și este alcătuit din **pălărie** și **picior**. La anumite specii, carpozomul este sesil. Regiunea himenială este sub formă de lame dispuse radiar sau de tuburi. La unele specii, regiunea himenială este protejată de un vâl parțial care persistă pe picior sub formă de inel (Fig. 151). Bazidiile sunt întregi (**holobazidii**) și prezintă apical bazidiospori inserați pe **sterigme**. Din acest ordin fac parte numeroase familii.

Genuri incluse în acest ordin sunt *Agaricus (111BA)*, *Armillaria (112BA)*, *Amanita (113BA)*, *Coprinus (114BA)*, *Macrolepiota (115BA)*, *Marasmius (116BA)*, *Pleurotus (117BA)* etc.

Specia *Agaricus campestris (1111BA)* (**ciuperca de bălegar**, **ciuperca albă**, **ciuperca de gunoi**) are carpozomul format din pălărie și picior (Fig. 152). Ciuperca este comestibilă și este foarte bună (Sălăgeanu și Sălăgeanu, 1985).

Se consideră că din *Agaricus campestris* a provenit *Agaricus bisporus (1112BA)* (**ciuperca albă**, **champignon**) care este cea mai cultivată ciupercă pe plan mondial (Fig. 152). În cultură, se întâlnesc tulpini care au culoare diferită: albă, crem sau brună (Apahidean și Apahidean, 2004).

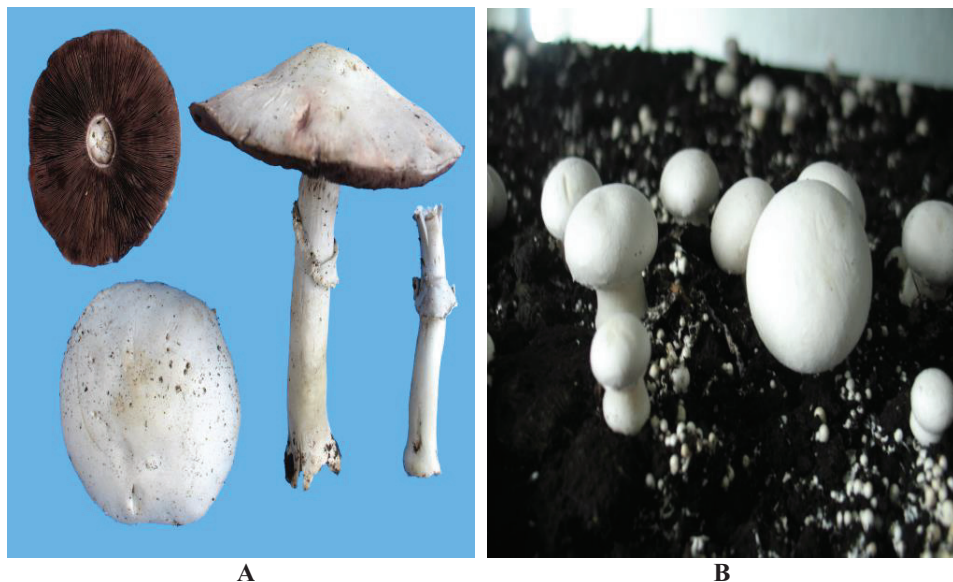


Fig. 152. *Agaricus campestris* (A) și cultură de *Agaricus bisporus* (B).

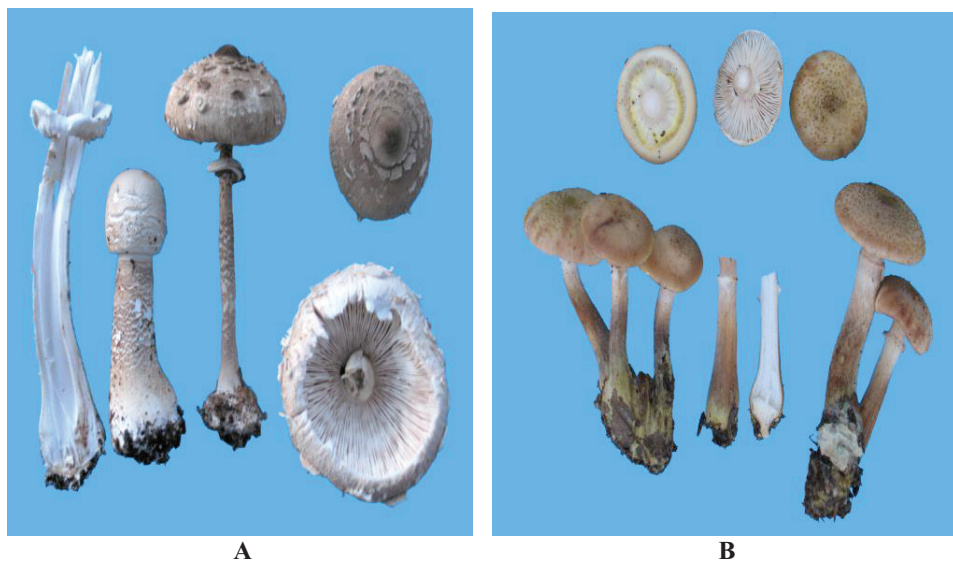


Fig. 153. Carpozoame de *Macrolepiota procera* (A) și *Armillaria mellea* (B).

Macrolepiota procera (**1151BA**) (**pălăria șarpelui, burete șerpesc**) este comestibilă și este foarte apreciată (Fig. 153). Se consumă numai pălăria, deoarece piciorul este foarte tare (Eliade și Toma, 1977).

Armillaria mellea (**gheba de rădăcini**)(**1121BA**) crește în tufe, de 20-30 exemplare, pe rădăcini și trunchiuri de la diferiți arbori vii și morți, din păduri de conifere, de foioase și din livezi (Fig. 153). Ciuperca se întâlnește toamna și este comestibilă, fiind foarte bună (Sălăgeanu și Sălăgeanu, 1985).

La *Amanita*, carpozomul este cărnos și este format din pălărie cu lame și picior cilindric, bulbos la bază. La baza piciorului se găsește o **volvă** provenită din vâlul general. Genul *Amanita* cuprinde numeroase ciuperci comestibile și otrăvitoare.

Amanita caesarea (**crăițe, burete domnesc, crăiță**) (**1131BA**) este o ciupercă comestibilă (Fig. 154) și are valoare alimentară foarte mare (Sălăgeanu și Sălăgeanu, 1985).

Amanita muscaria (**muscarită, bureți pestriți, pălăria șarpelui, muscarin**) (**1132BA**) este o ciupercă otrăvitoare, care determină sindromul muscarian (Fig.155). Toxine identificate în *A. muscaria* sunt muscarină, muscimol, muscazonă și acid ibotenit (Lee și colab., 2018).

Amanita phalloides (**buretele viperei, ciuperca albă**) (**1133BA**) este o ciupercă foarte otrăvitoare (Fig. 156). Consumarea acestei ciuperci provoacă **sindromul faloidian** și determină, în cazurile grave, decesul consumatorului. Conține substanțe toxice care au fost separate în două grupe: **amatoxine** și **falotoxine** (Kaul, 2002).

Coprinus comatus (**1141BA**) (**bureți popenchi, burete cu perucă**) este o ciupercă comestibilă numai în stadiul tânăr și este foarte bună (Fig. 156). Poate fi cultivată în ciupercării (Pârvu, 2007).



A



B

Fig. 154. *Amanita caesarea*: A. stadiul de ou (acoperit parțial de văl general); B. carpozom cu pălărie și picior, în diferite stadii de dezvoltare.



A



B

Fig. 155. *Amanita muscaria*: carpozoame tinere (A) și mature (B).



A



B

Fig. 156. Carpozoame de *Amanita phalloides* (A) și *Coprinus comatus* (B).



A



B

Fig. 157. *Marasmius oreades* (A) și *Pleurotus ostreatus* (B) cultivat.

Marasmius oreades (1161BA) (**bureți de rouă, bureți de pajiște**) este o ciupercă comestibilă, care crește pe sol, în cercuri concentrice, în pajiști, locuri înierbate, de primăvara până toamna (Fig. 157).

Pleurotus ostreatus (1171BA) (**păstrăv, păstrăv de fag, burete negru, păstrăvul cerului**) este o ciupercă (Fig. 157) care se întâlnește, în natură, toamna, până la începutul iernii. Este o ciupercă comestibilă și este foarte apreciată. Această ciupercă este cultivată frecvent în România și prezintă importanță alimentară și economică deosebită (Apahidean și Apahidean, 2004).

Ordinul Boletales

În ordinul **Boletales** (12BA) sunt cuprinse ciuperci saprofite, tericole, micorizante, cărnoase, care au carpozomul diferențiat în pălărie și picior. Alte specii au carpozomul lipit de substrat. Genuri caracteristice sunt *Boletus* (121BA), *Scleroderma* (122BA) și *Serpula* (123BA).

La *Boletus*, regiunea himenială este alcătuită din **tuburi** sudate între ele, ușor detașabile de carnea pălăriei. La *Boletus edulis* (1211BA) (**hrîb, mănătarcă, pitoancă, pita pădurii**), carpozomul (Fig. 158) este comestibil (Eliade și Toma, 1977) și are valoare alimentară foarte mare.

La *Scleroderma verrucosum* (1221BA), carpozomul este sferic-turtit și este prevăzut cu un mănunchi de fibre miceliene împletite, la bază, sub formă de picior (Fig. 158). Ciupercă se întâlnește prin păduri de foioase, de vara până toamna și nu este comestibilă (Eliade și Toma, 1977).

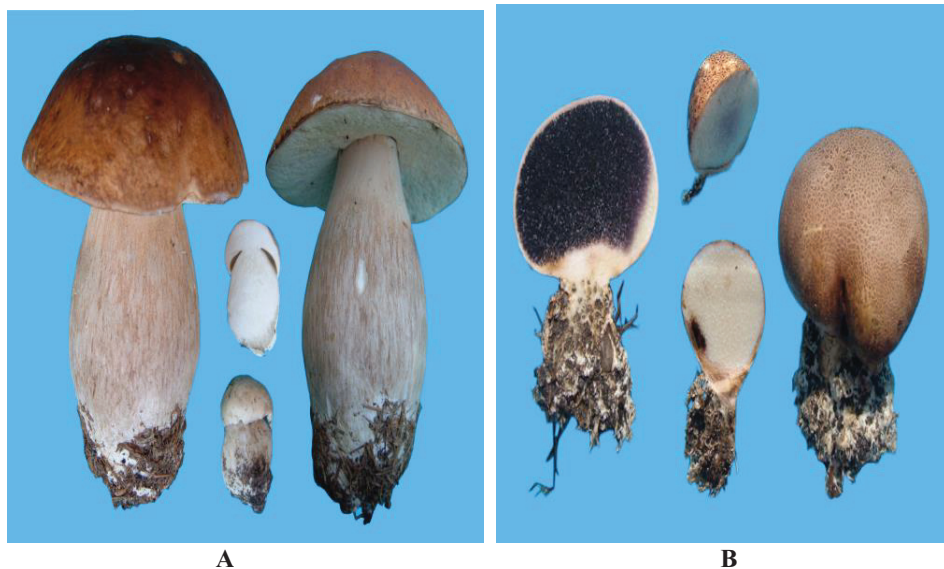


Fig. 158. Carpozoame de *Boletus edulis* (A) și *Scleroderma verrucosum* (B).

La *Serpula lacrymans* (1231BA) (**buretele de casă, ciuperca de pivniță**), carpozomul este întins pe substrat și prezintă miceliu alb și pufos, în stadiul tânăr. Partea centrală a carpozomului este galbenă-ruginie, cu alveole de câțiva mm în diametru și cu picături de lichid (Fig. 159). Ciuperca se întâlnește tot timpul anului, pe lemnul din construcții (parchet, dușumea, grinzi etc.) sau din depozite și produce o putrezire roșie a acestuia (Sălăgeanu și Sălăgeanu, 1985). Ciuperca mai este cunoscută și sub denumirea de *Merulius lacrymans* (Pârvu, 2007).



A



B

Fig. 159. *Serpula lacrymans*: carpozom pe cuier de lemn (A) și carpozom izolat (B).

Ordinul Cantharellales

În ordinul **Cantharellales** (13BA) sunt ciuperci saprofite, tericole, care au carpozomul sub formă de pâlnie, formă tubulară sau de pălărie și picior. Regiunea himenială este netedă, încrețită sau sub formă de pliuri (Kirk și colab., 2001). Genuri caracteristice acestui ordin sunt *Cantharellus* (131BA), *Craterellus* (132BA), *Hydnum* (133BA) etc. (Kirk și colab., 2001; IBrF).

La *Cantharellus cibarius* (1311BA), carpozomul este galben (Fig. 160) și este diferențiat în pălărie și picior. Regiunea himenială este sub formă de lame galbene, groase, dicotomic ramificate. Este o ciupercă comestibilă, foarte apreciată și este denumită popular **bureți galbeni, gălbiori** etc. (Pârvu, 2007).

La *Craterellus cornucopioides* (1321BA), carpozomul este în formă de trompetă sau pâlnie și este cenușiu-negricios. Este o ciupercă comestibilă mai ales în stadiul tânăr și este denumită popular **trâmbița piticilor** (Fig. 160).



A



B

Fig. 160. Carpozoame de *Cantharellus cibarius* (A) și *Craterellus cornucopioides* (B).



A



B

Fig. 161. Carpozoame de *Hydnum repandum* (A) și *Auricularia auricula-judae* (B).

La *Hydnum repandum* (1331BA), carpozomul este diferențiat în pălărie și picior (Fig. 161). Pălăria este de culoare galbenă-albicioasă, este cămoasă și prezintă regiunea himenială sub formă de țepi (dinți) inegali și fragili (Pârvu, 2007). Este o ciupercă comestibilă și este denumită popular **burete țepos**.

Ordinul Auriculariales

În ordinul **Auriculariales (14BA)** sunt cuprinse ciuperci saprofite care au bazidie cilindrică, septat transversal. Carpozomul este gelatinos și sesil. Bazidia este cu 1-4 celule, sterigme și bazidiospori (Kirk și colab., 2001). Genuri caracteristice sunt *Auricularia* (141BA), *Exidia* (142BA) etc. (Kirk și colab., 2001).

La *Auricularia auricula-judae* (1411BA), carpozomul este gelatinos, sesil, în formă de ureche (**urechea babei**) sau de cupă (Fig. 161). Inițial, are culoare gălbuie-brună, iar mai târziu devine brun-negricios. Se dezvoltă pe trunchiuri sau ramuri de arbori foioși și este comestibilă (Pârvu, 2007).

Ordinul Phallales

În ordinul **Phallales (15BA)** există ciuperci tericole care au, inițial, bazidiocarpul (carpozomul) de formă sferică sau ovală (gasterocarp) și acoperit cu o peridie groasă și albă. Adesea, carpozomul emană un miros neplăcut. La maturitate, bazidiocarpul se diferențiază în **volvă** provenită din peridie, **receptacul** și **glebă**. Gleba conține bazidii cu bazidiospori. Forma, mărimea și culoarea receptaculului sunt diferite în funcție de specie. Genuri caracteristice acestui ordin sunt *Phallus* (151B), *Mutinus* (152BA), *Clathrus* (153BA) etc. (IBrF).

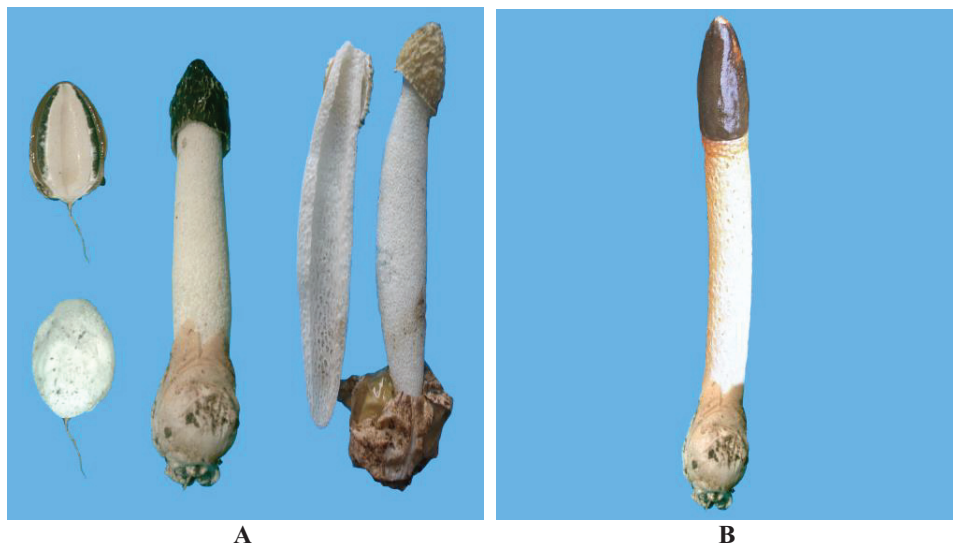


Fig. 162. Carpozoame de *Phallus impudicus* (A) și *Mutinus caninus* (B).

La *Phallus impudicus* (**1511BA**), receptaculul este cilindric, alb, spongios și fistulos. Gleba se găsește în vârful receptaculului și se prezintă sub formă de căciulă alveolată. La baza receptaculului se află volva (Fig. 162). Este denumit popular **burete puturos** (Pârvu, 2007).

La *Mutinus caninus* (**1521BA**), receptaculul este cilindric, volva este albă-gălbui, iar gleba este brună-verzuie (Fig. 162).

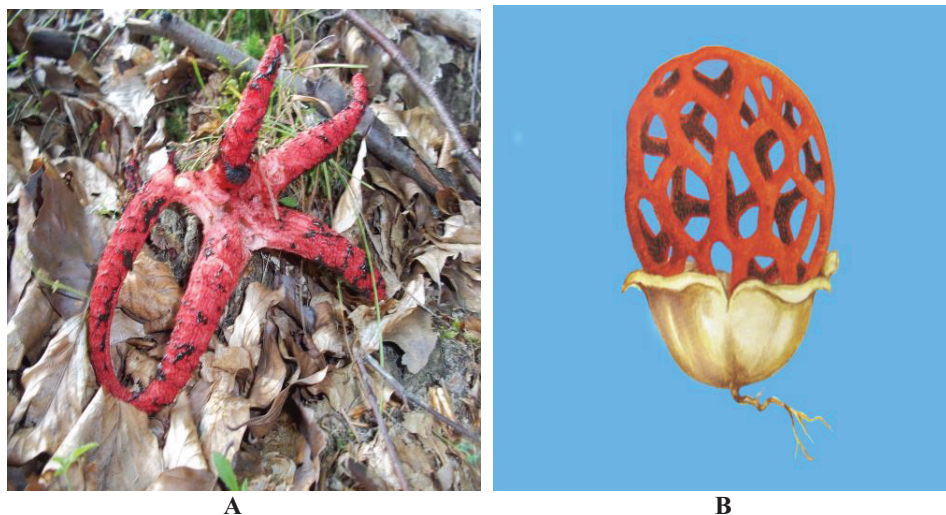


Fig. 163. Carpozoame de *Clathrus archeri* (A) și *Clathrus ruber* (B).

La *Clathrus archeri* (**1531BA**), receptaculul are formă stelată, cu 5-8 brațe. Gleba este pe fața internă a receptaculului, iar la bază este volva (Fig. 163). La *Clathrus ruber* (**1532BA**) carpozomul se diferențiază în volvă, receptacul și glebă. Volva este albă-cenușie și prezintă la bază fibre miceliene albe. Receptaculul este roșu-portocaliu și are forma unui glob ajurat (Fig. 163). La baza receptaculului este volva (Phillips, 2006).

Ordinul Polyporales

În ordinul **Polyporales** (**16BA**) sunt cuprinse ciuperci (2253 de specii) care sunt saprofite sau micorizante; adesea se dezvoltă pe lemn mort (**IBrF**). Carpozomul este de diferite forme, iar bazidia se dezvoltă pe lame, în tuburi etc. Genuri caracteristice acestui ordin sunt *Cerioporus* (**161BA**), *Polyporus* (**162BA**), *Fomes* (**163BA**), *Fomitopsis* (**164BA**), *Ganoderma* (**165BA**), *Daedalea* (**166BA**), *Trametes* (**167BA**), *Laetiporus* (**168BA**) etc.

Ciuperca *Cerioporus squamosus* (**1611BA**) este numele curent al speciei *Polyporus squamosus* (**burete păstrăv, păstrăv de nuc**). Ciuperca are carpozom format din pălărie și picior scurt (Fig. 164). Aceasta este comestibilă în stadiul tânăr și produce putrezirea albă a lemnului la arbori foioși (nuc, cireș, platan etc.) (Pârvu, 2010).



Fig. 164. Carpozoame de *Cerioporus squamosus* (A) și *Fomes fomentarius* (B).

Fomes fomentarius (**1631BA**) produce putrezirea albă a lemnului la arbori foioși (fag, ulm, carpen, frasin, stejar, plop, salcâm, castan etc.) și este denumită popular **iască**, **văcălie**, **copita calului** (Pârvu, 2010) (Fig. 164).

Fomitopsis pinicola (**1641BA**) se dezvoltă pe trunchiuri vii și moarte de la diferite conifere (pin, brad, molid etc.) și arbori foioși (cireș, vișin, salcâm, măr, păr etc.) și produce putregai roșu al lemnului (Fig. 165). *Fomitopsis betulina* (**1642BA**) crește pe trunchiuri vii sau moarte de mestecăn (*Betula*) și produce un putregai roșiatic intens al lemnului (Fig. 165).

Ganoderma lucidum (**1651BA**) este o ciupercă cu importanță medicinală deosebită (Fig. 166). Este denumită popular **lingurița zânei** și se întâlnește tot timpul anului, pe arbori vii de stejar (*Quercus robur*) și alți arbori foioși, la nivelul rădăcinii și la baza tulpinii (Eliade și Toma, 1977).

Trametes versicolor (**1671BA**) este o ciupercă xilofagă care produce putrezirea albă-gălbuie a lemnului la arbori foioși (Fig. 166). Se întâlnește tot timpul anului și prezintă importanță medicinală (Kaul, 2002).

Daedalea quercina (**1661BA**) se dezvoltă ca saprofită pe lemnul de stejar și mai rar pe alți arbori foioși. Este denumită popular **iasca de cioată** a stejarului (Fig. 167). Această specie produce un putregai roșiatic al lemnului și se întâlnește tot timpul anului (Eliade și Toma, 1977).

Laetiporus sulphureus (**1681BA**) crește pe trunchiuri vii și moarte ale plantelor (arbori foioși, pomi fructiferi, conifere) și produce un putregai roșu al lemnului (Fig. 167). Se întâlnește de primăvara până toamna și este comestibilă în stadiul foarte tânăr (Eliade și Toma, 1977). Este denumită popular **iască galbenă a foioaselor**.



A



B

Fig. 165. Carpozoame de *Fomitopsis pinicola* (A) și *Fomitopsis betulina* (B).



A



B

Fig. 166. Carpozoame de *Ganoderma lucidum* (A) și *Trametes versicolor* (B).

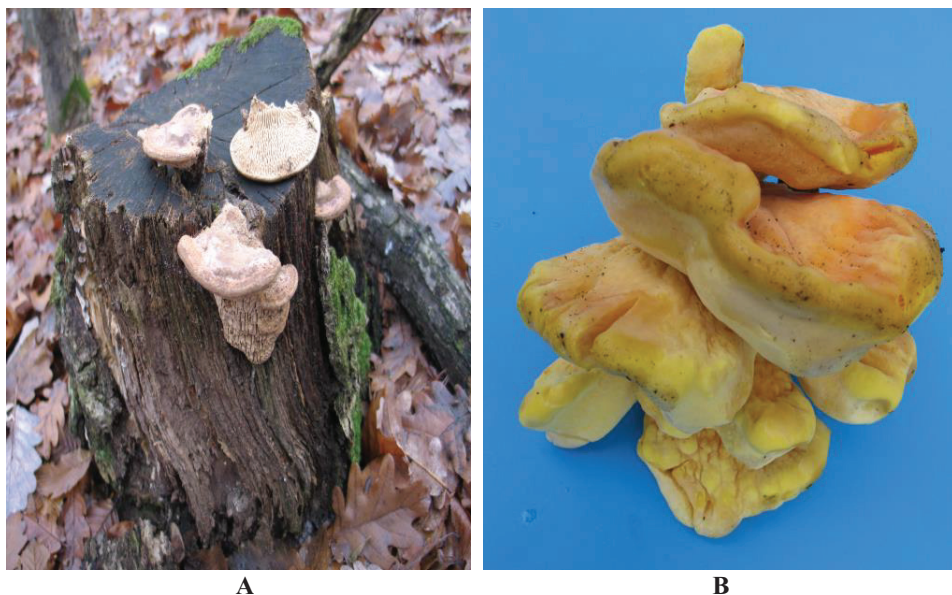


Fig. 167. Carpozoame de *Daedalea quercina* pe cioată (A) și de *Laetiporus sulphureus* (B).

Ordinul Russulales

În ordinul **Russulales (17BA)** se găsesc ciuperci care au carpozoame variate morfologic, ectomicorizante, saprofite sau parazite pe arbori, epigee, parțial hipogee, cosmopolite (Kirk și colab., 2001). Genuri caracteristice din acest ordin sunt *Russula (171BA)*, *Lactarius (172BA)*, *Hericium (173BA)*, *Stereum (174BA)* etc.

Russula cyanoxantha (1711BA) crește pe sol, în păduri de foioase și de conifere, de vara până toamna (Fig. 168). Este comestibilă și are valoare alimentară mare (Sălăgeanu și Sălăgeanu, 1985). Este denumită popular **vinețica porumbeilor**, **vinețică** (Pârvu, 2010).

Russula emetica (1712BA) crește pe sol (Fig. 168), în păduri umede, turbării, mlaștini, în etajul montan, de vara până toamna. Este o specie comună și este otrăvitoare (Sălăgeanu și Sălăgeanu, 1985; Phillips, 1994; Șesan și Tănase, 2004). Este denumită popular **pâinișoară piperată**, **scurpatul cucului** (Pârvu, 2010).

Carpozomul de *Lactarius* este format din pălărie prevăzută cu lame pe care se găsesc bazidiospori și picior. Ciupercile din genul *Lactarius* conțin **latex** în carpozom.

La *Lactarius piperatus (1721BA)*, carpozomul (Fig. 169) conține latex alb, foarte piperat, care, în contact cu aerul, se înverzește. Ciuperca este denumită popular **burete piperat**, **iușari**, **burete iute**, **burete lăptos**, **burete alb**. În prezența KOH, latexul se colorează galben-auriu (Sălăgeanu și Sălăgeanu, 1985). Ciuperca crește pe sol, în grupuri numeroase, în păduri de foioase sau de conifere, de vara până toamna și este comestibilă (Pârvu, 2010). La *Lactarius deliciosus (1722B)*, carpozomul conține latex roșu-portocaliu,

dulce, care se înverzește, în contact cu aerul. Ciuperca (Fig. 169) crește prin păduri de conifere, pe sol, în grupuri, de vara până toamna și este comestibilă (Pârvu, 1999).

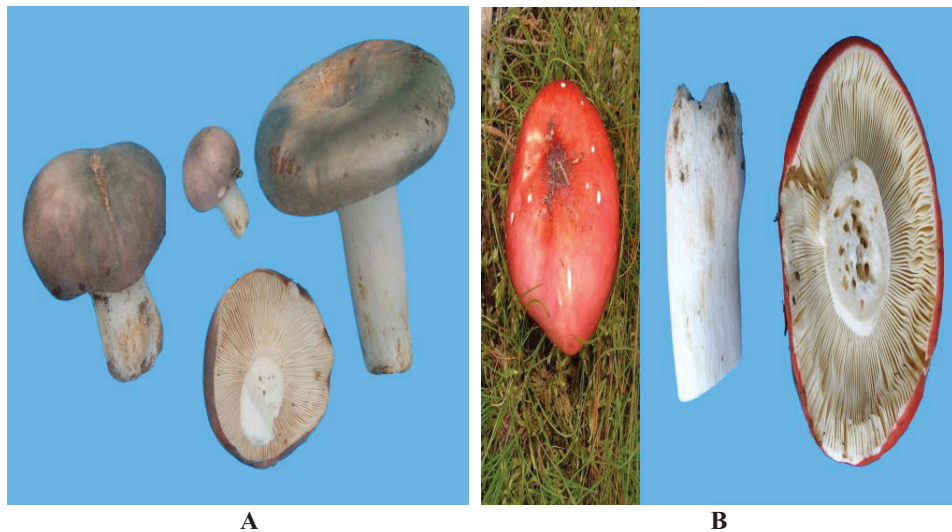


Fig.168. Carpozoame de *Russula cyanoxantha* (A) și *Russula emetica* (B).

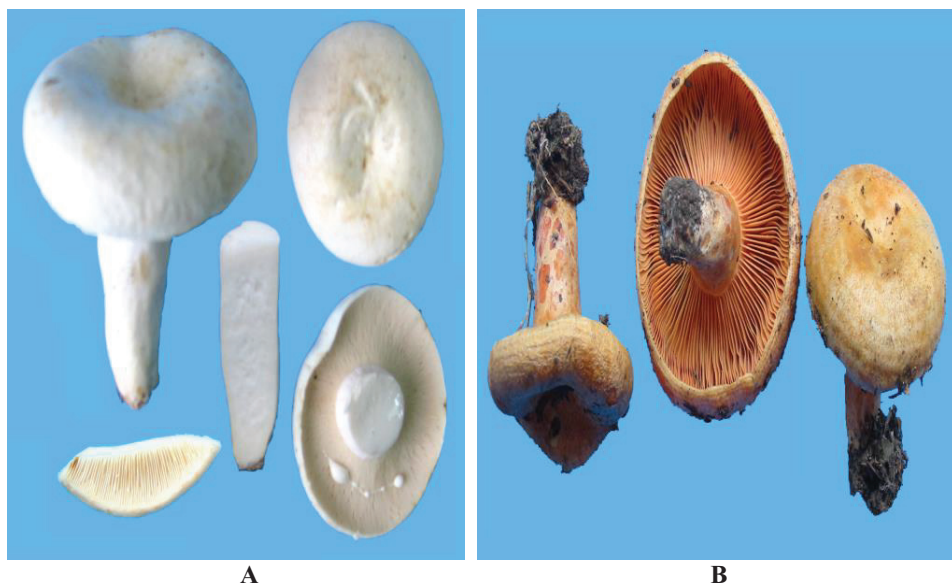


Fig. 169. Carpozoame de *Lactarius piperatus* (A) și *Lactarius deliciosus* (B).

Ciuperca *Hericium coralloides* (1731BA) se întâlnește pe lemn de foioase, din august până în noiembrie și este o ciupercă comestibilă (Sălăgeanu și Sălăgeanu, 1985). Carpozomul este bogat ramificat și are inițial culoare albă, apoi devine crem (Fig. 170).

La *Stereum hirsutum* (1741BA), carpozomul are fața superioară cenușie-gălbuie, păroasă, cu zone concentrice. Regiunea himenială este netedă, de culoare galbenă sau ocracee (Fig. 170). Se întâlnește frecvent pe trunchiul și ramurile arborilor foioși (stejar, arin, carpen, mestecăn, alun, castan, fag, platan, frasin, plop) și produce putrezirea lemnului (Pârvu, 2010). Este comună, se întâlnește tot timpul anului și nu este comestibilă (Phillips, 2006).

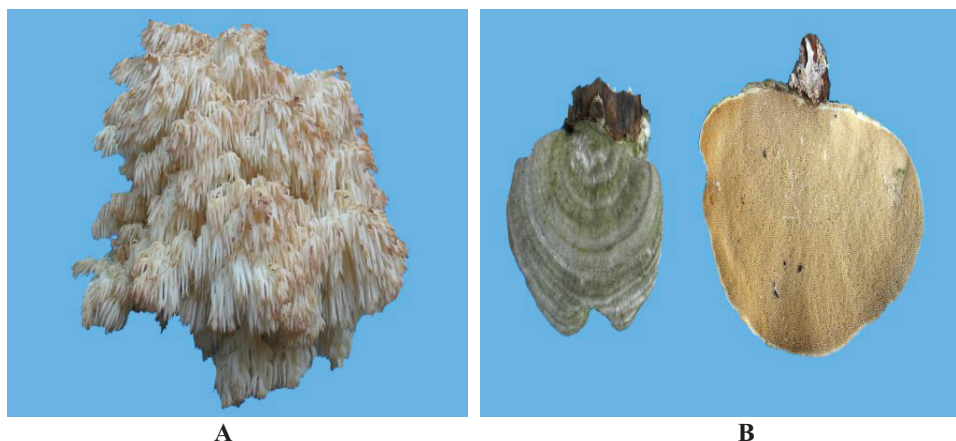


Fig. 170. Carpozoame de *Hericium coralloides* (A) și *Stereum hirsutum* (B).

3.7.3.4.2. Subîncręgătura Pucciniomycotina

Această subîncręgătură cuprinde ciuperci parazite pe plante și conține 8 clase, dintre care **menționăm** clasa **Pucciniomycetes**. Subîncręgătura include **ruginile** (IBrF).

Clasa Pucciniomycetes

În clasa **Pucciniomycetes** (2BP) sunt cuprinse ciuperci parazite pe plante. Unele sunt saprofite. Conține 5 ordine, dintre care menționăm ordinul **Pucciniales**.

În ordinul **Pucciniales** (21BP) sunt cuprinse ciuperci bazidiomicete, parazite pe plante (cca. 4100 de specii), la care sporul de rezistență se numește **teleutospor**. Prin germinarea teleutosporului se formează o **fragmobazidie** cu bazidiospori (Săvulescu, 1953).

Aparatul vegetativ este reprezentat printr-un miceliu care se dezvoltă intercelular și mai rar intracelular. Ca organ de absorbție prezintă **haustori** care pot avea mărimi și forme diferite (globuloși, tubuliformi, spiralați).

Ciupercile **Pucciniales** prezintă 5 tipuri de spori: bazidiospori, picnospori, ecidiospori, uredospori și teleutospori (Fig. 171).

Prin germinarea teleutosporilor, în timpul primăverii, din fiecare celulă a acestora se formează o fragmobazidie (bazidie tetracelulară) cu bazidiospori. La uredinalele homotalice, bazidiosporii sunt de același sex, iar la cele heterotalice sunt diferențiați sexual. Miceliul haploidal care se formează din germinarea bazidiosporului are același sex cu al sporului din care a luat naștere (Popescu, 2009).

Pe miceliul primar se formează picnospori în picnidie (Fig. 171), care au rolul de a multiplica acțiunea bazidiosporilor. Prin germinarea picnosporilor iau naștere micelii pe care se formează din nou picnidii. Ecidiosporii iau naștere în ecidii care se formează aproape simultan cu picnidiile. Ecidiosporii sunt unicelulari, binucleați și au membrana netedă sau echinulată.

Formarea ecidiilor cu ecidiospori se realizează pe miceliul secundar. În urma germinării ecidiosporilor rezultă miceliul secundar care poate infecta aceeași specie de plantă gazdă pe care s-au format (la uredinalele **autoice**) sau plante din specii diferite (la uredinalele **heteroice**).

Pe miceliul secundar (dicariotic), rezultat din germinarea ecidiosporilor, se formează uredosporii. Aceștia iau naștere în lagăre (grămezi) numite **uredosori**. Uredosporii sunt unicelulari, binucleați, sesili sau pedicelați, de culoare galbenă sau portocalie. Ei sunt spori de propagare. Prin germinare, uredosporii dau naștere la un miceliu secundar care infectează întotdeauna aceeași specie de plantă gazdă (Pârvu, 1996).

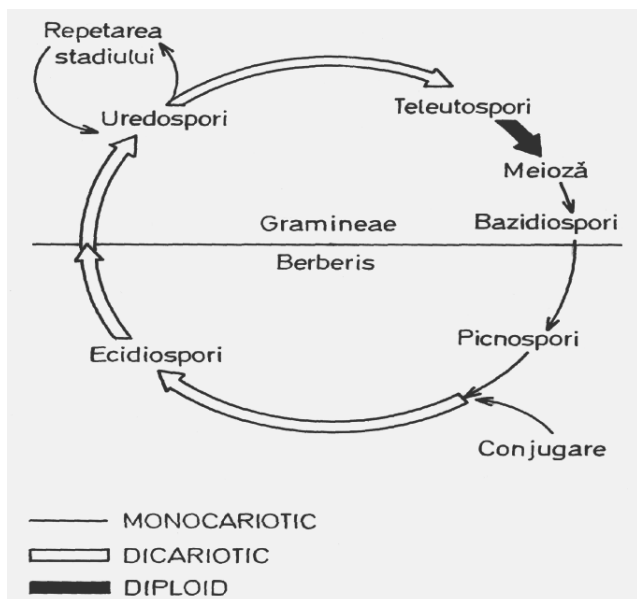


Fig. 171. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Puccinia graminis*.

Către sfârșitul perioadei de vegetație, pe miceliul secundar rezultat din germinarea uredosporilor, se formează teleutosporii, în lagăre (grămezi) proprii numite **teleutosori**. Teleutosporii sunt sporii de rezistență ai ciupercii.

Uredinalele la care se întâlnesc cele 5 tipuri de spori se numesc **macrociclice** sau cu ciclul complet. La multe specii, poate să lipsească una sau mai multe forme de spori. În acest caz, ele se numesc **microciclice** sau cu ciclul incomplet (Pârvu, 1996).

La ciupercile uredinale se cunosc două faze: **faza ecidiană** în care se formează picnosporii și ecidiosporii și o altă fază în care se formează uredosporii și teleutosporii. Legătura dintre aceste două faze este făcută de bazidiosporii.

Uredinalele **macrociclice**, la care amândouă fazele se dezvoltă pe aceeași plantă gazdă, se numesc **autoice**. Când faza ecidiană se dezvoltă pe o plantă, iar faza cu uredosporii pe alta, speciile sunt **heteroice**.

În ordinul **Pucciniales** sunt grupate numeroase ciuperci microscopice, **parazite obligate**, care produc la numeroase plante cultivate și spontane boli cunoscute sub numele de **rugini**.

Morfologia teleutosporilor are o importanță deosebită în taxonomie. Teleutosporii pot fi pedicelați sau sesili, cu una sau mai multe celule.

Teleutosporii pot fi: pedicelați și unicelulari la *Uromyces* (**211BP**); pedicelați și bicelulari la *Puccinia* (**212BP**), *Gymnosporangium* (**213BP**) etc.; pedicelați și pluricelulari la *Phragmidium* (**214BP**). Există specii autoice și heteroice, macrociclice și microciclice.

Speciile tipice de **Pucciniales** au 5 tipuri de spori în ciclul biologic și 2 plante gazde.

Uromyces appendiculatus (**211BP**) este o specie macrociclică și autoică (Fig. 172). Aceasta determină rugina la fasole (*Phaseolus vulgaris*) și la alte leguminoase.

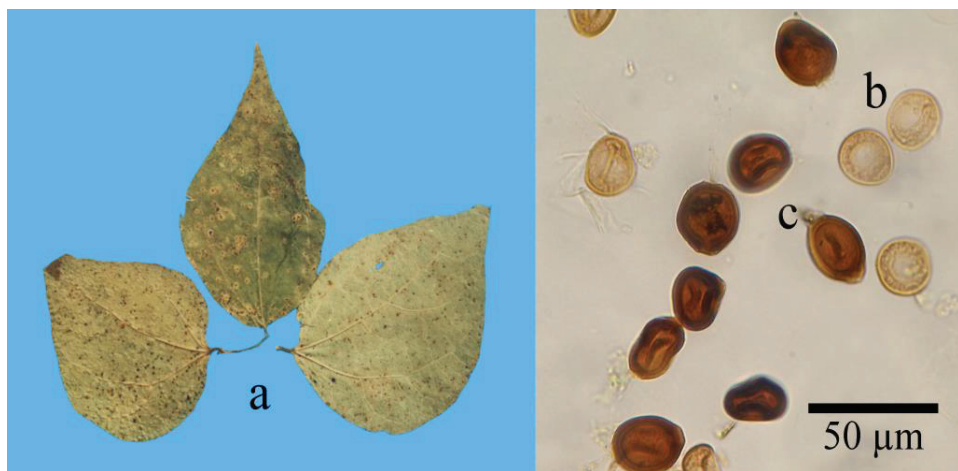


Fig. 172. *Uromyces appendiculatus*:
a. frunză atacată; b. uredospori; c. teleutospori (imagine la microscop optic).

Puccinia graminis (2121BP) este o specie macrociclică și heteroică (Fig. 171), care dezvoltă stadiul cu picnidii și ecidii pe *Berberis vulgaris*, iar stadiul cu uredospori și teleutospori se formează pe *Triticum* (grâu). (Fig. 171, 173, 174, 175, 176, 177 și 178). Această ciupercă parazită determină **rugina neagră** a grâului (Săvulescu, 1953; Agrios, 2005).

Puccinia striiformis (syn. *Puccinia glumarum*)(2122BP) este o specie autoică și microciclică, lipsită de faza ecidiană (Pârvu, 2010). Această ciupercă determină **rugina galbenă** a grâului (Fig. 179).

Phragmidium mucronatum (syn. *Phragmidium disciflorum*) (2141BP) este o specie macrociclică și autoică. Teleutosporii sunt fusiformi, pluricelulari (cu 5 – 9 celule), cu pedicel persistent și tare (Fig. 180 și 181). Această specie determină **rugina** la trandafir.

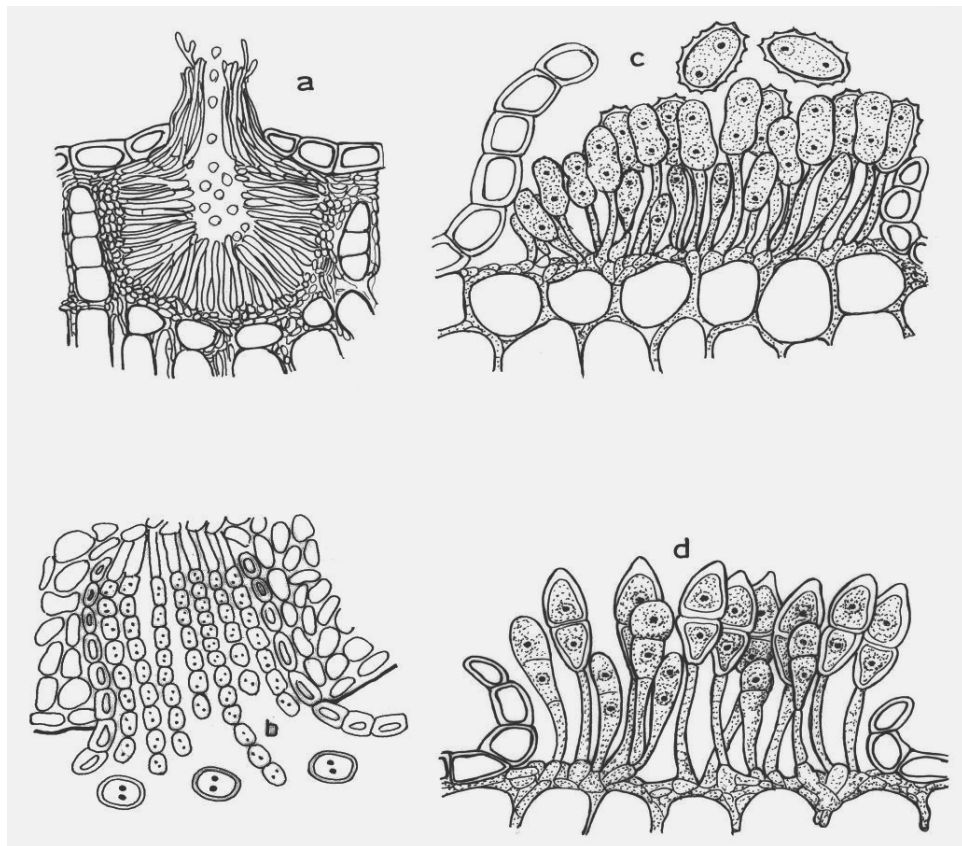


Fig. 173. Tipuri de spori la *Puccinia graminis*:
a. picnidie cu picnospori; b. ecidie cu ecidiospori; c. uredospori cu uredospori; d. teleutospori cu teleutospori.



Fig. 174. *Puccinia graminis*: a. frunză de *Berberis vulgaris* cu ecidii; b. grâu atacat (cu teleutosori negri liniari).

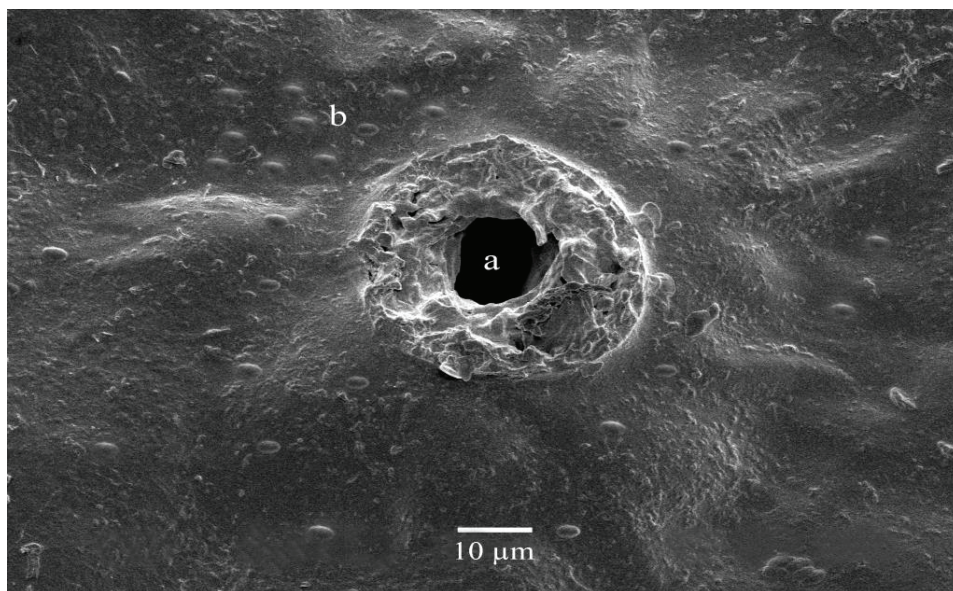


Fig. 175. *Puccinia graminis*:
a. picnidie; b. picnospori (imagine la microscop electronic scanning).

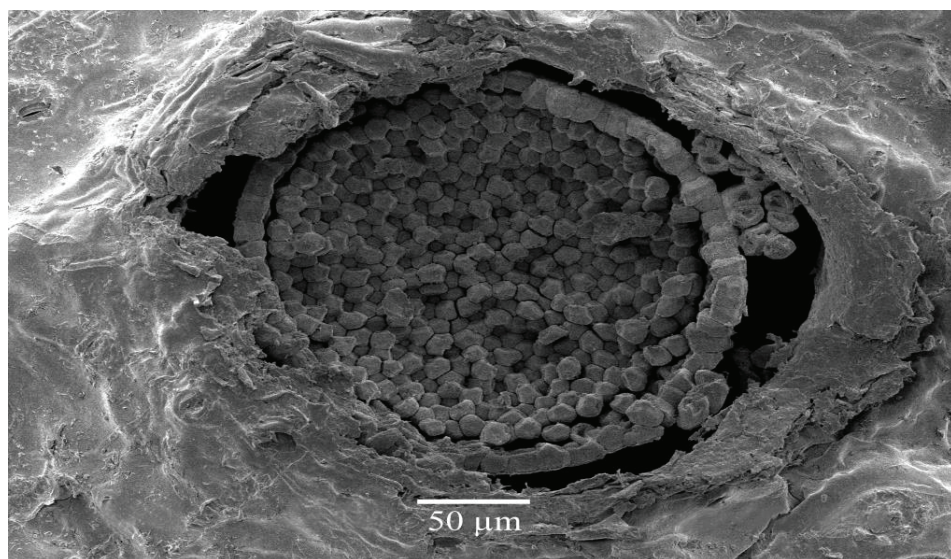


Fig. 176. *Puccinia graminis*: ecidie cu ecidiospori (imagine la microscop electronic scanning).

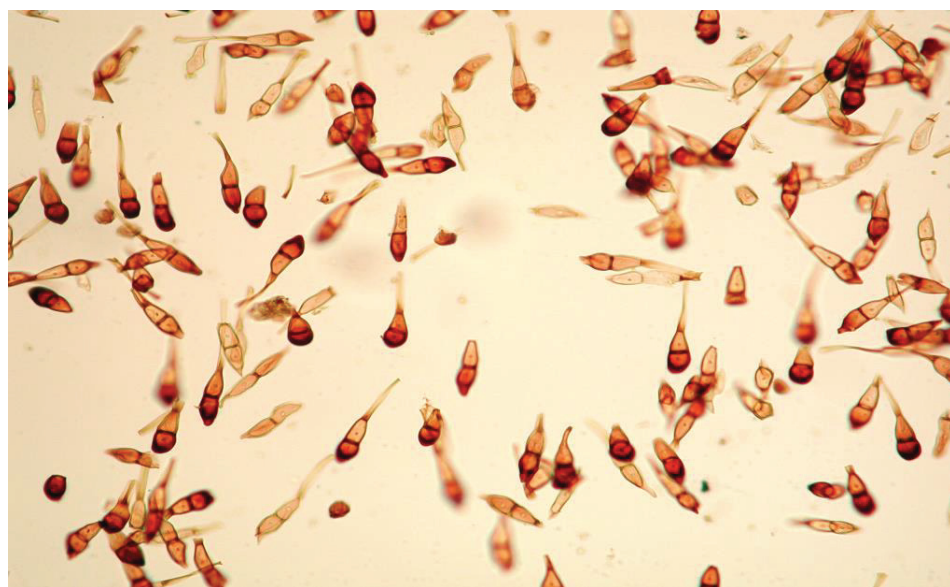


Fig. 177. *Puccinia graminis*: teleutospori (imagine la microscop optic).

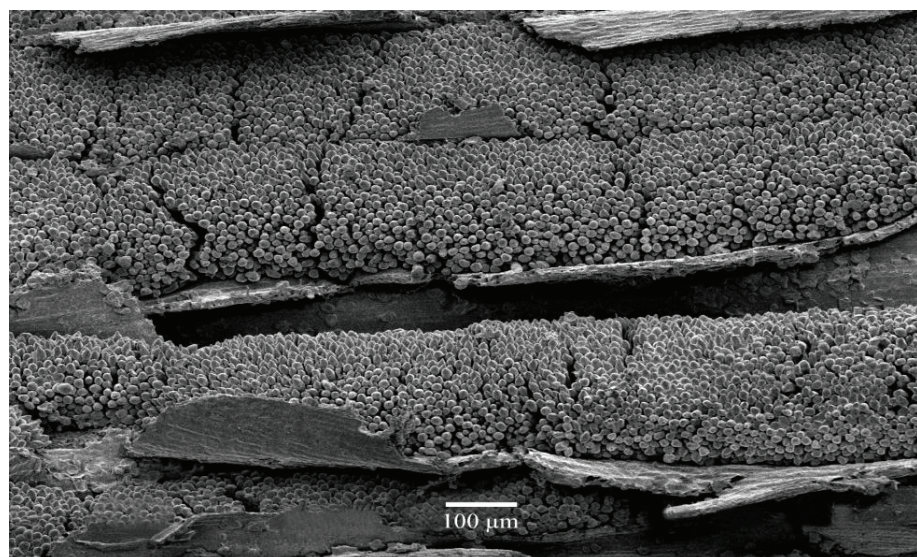


Fig. 178. *Puccinia graminis*: teleutosori cu teleospori (la microscop electronic scanning).

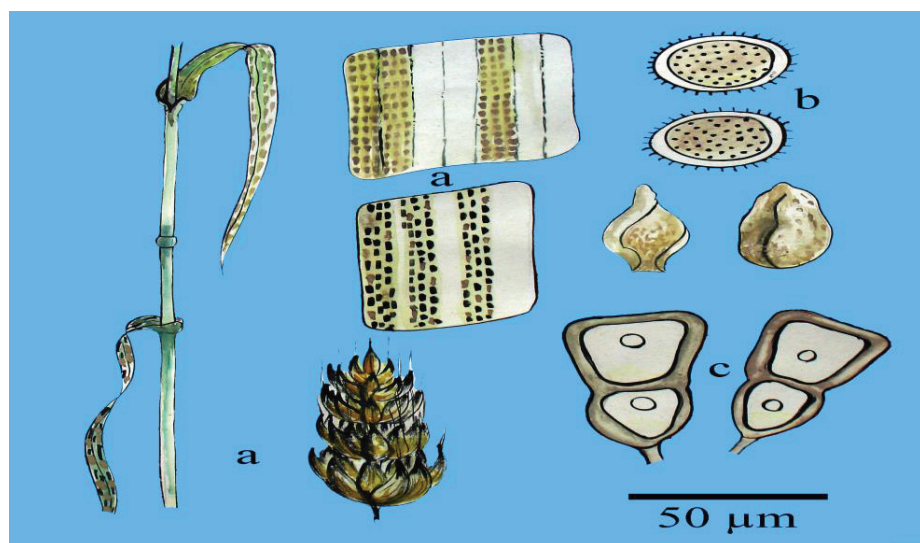


Fig. 179. *Puccinia striiformis* var. *striiformis*: a. atac de rugină galbenă; b. uredospori; c. teleutospori.

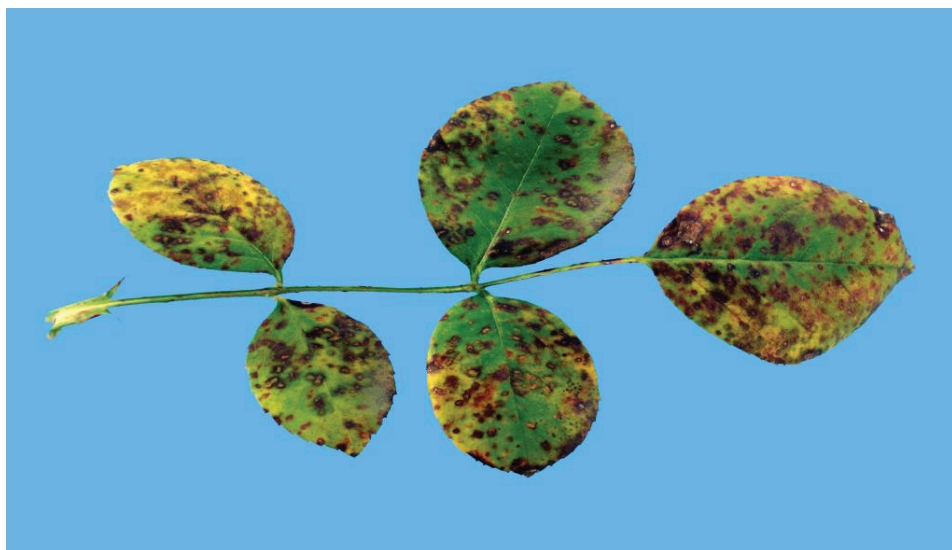


Fig. 180. *Phragmidium mucronatum*: pete de rugină pe frunză de trandafir.

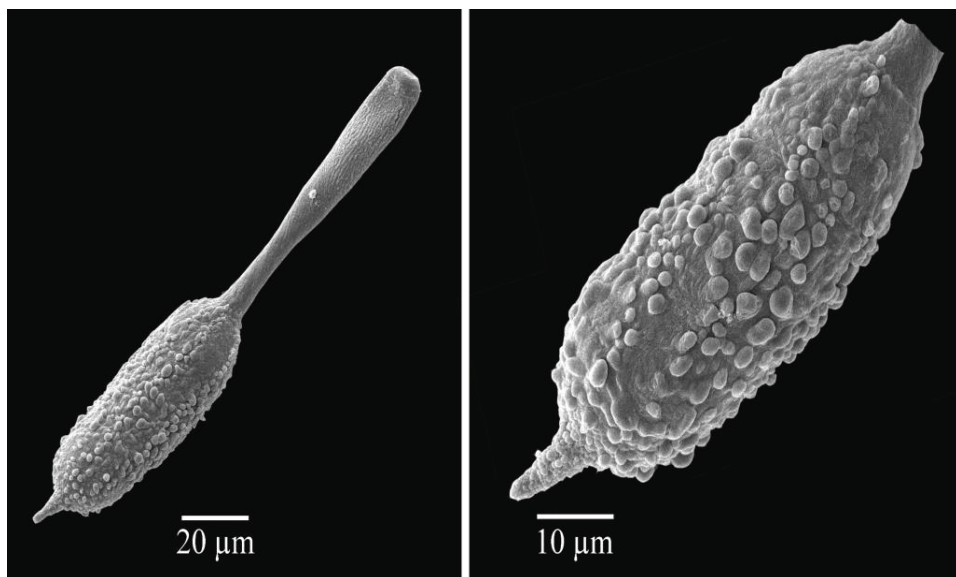


Fig. 181. *Phragmidium mucronatum*: teleutospori la microscop electronic scanning.

3.7.3.4.3. Subîncrângătura Ustilaginomycotina

Această subîncrângătură cuprinde ciuperci parazite pe plante, cu hife dicariotice. Faza haploidă de drojdie este saprofită. Această subîncrângătură cuprinde 2 clase: **Ustilaginomycetes** și **Exobasidiomycetes (IBrF)**. Clasa **Ustilaginomycetes (3BU)** cuprinde ciuperci parazite în faza dicariotică și saprofite în faza haploidă. Include ciupercile care produc **tăciuni** și conține ordine precum **Ustilaginales** și **Urocystales (IBrF)**. Ordinul **Ustilaginales** cuprinde ciuperci parazite pe plante care produc tăciuni la cereale. Teleosporii (teliosporii) au pereții celulari groși, pigmentați în negru și formați dintr-un **endospor** subțire care vine în contact cu protoplasma și un **exospor** către exterior. Teleosporii sunt unicelulari, binucleați, se formează în număr mare, prin fragmentarea miceliului secundar, în faza parazită. Prin germinarea teleosporilor se formează bazidie întreagă (holobazidie) sau bazidie septată cu bazidiospori.

Bazidiosporii pot să înmugurească și formează celule de înmugurire (blastospori). Ustilaginalele nu prezintă organe diferențiate de înmulțire sexuată. Totuși, înmulțirea sexuată are loc și se realizează prin **somatogamie** (conjugare). Aceasta constă în copularea bazidiosporilor, a blastosporilor sau a celulelor promiceliului. În urma procesului sexuat se formează miceliul dicariotic care este miceliul de infecție a plantelor la ustilaginale (Fig. 182).

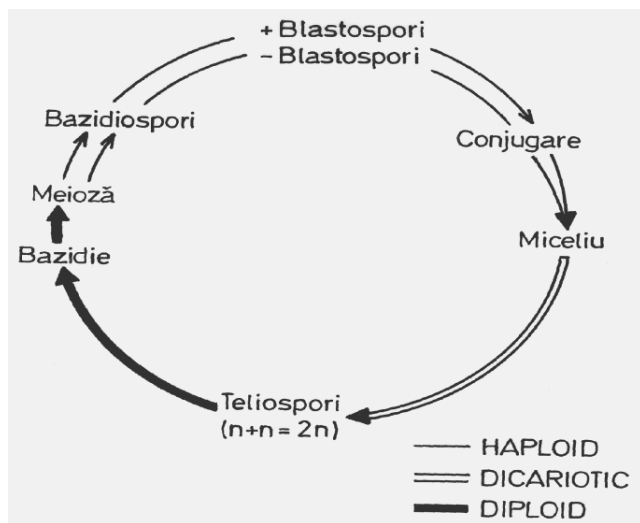


Fig. 182. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la **Ustilaginales**.

Un gen caracteristic din ordinul **Ustilaginales (31BU)** este *Ustilago* (311BU). Speciile genului *Ustilago* prezintă **fragmobazidie** pe care se formează patru bazidiospori. Aceste specii produc la plante (cultivate și spontane) boli denumite **tăciuni**. Sorii ciupercii se formează în locul unor organe ale plantelor atacate sau în pungi caracteristice.

La *Ustilago maydis* (syn. *Ustilago zaeae*)(3111BU), sorii ciupercii se formează pe organele (știuleți, panicul, frunze, tulpină) plantei, în pungi caracteristice. Sorii sunt alcătuiți din numeroși teliospori caracteristici (Fig. 183 și 184). Această ciupercă produce **tăciunele comun** (cu pungi) al porumbului (Săvulescu, 1957; Agrios, 2005). Infecția produsă de către ciupercă se face prin rănila plantei (infecție locală).

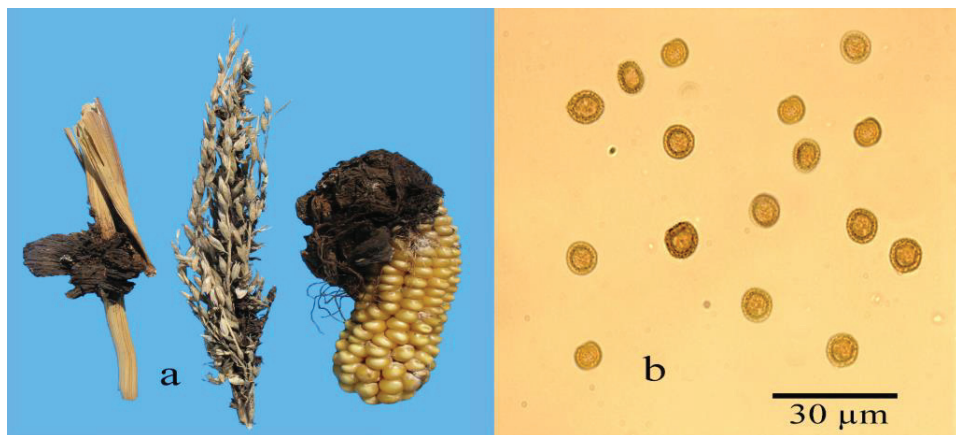


Fig. 183. *Ustilago maydis*: a. atac pe plantă; b. teliospori (la optic).

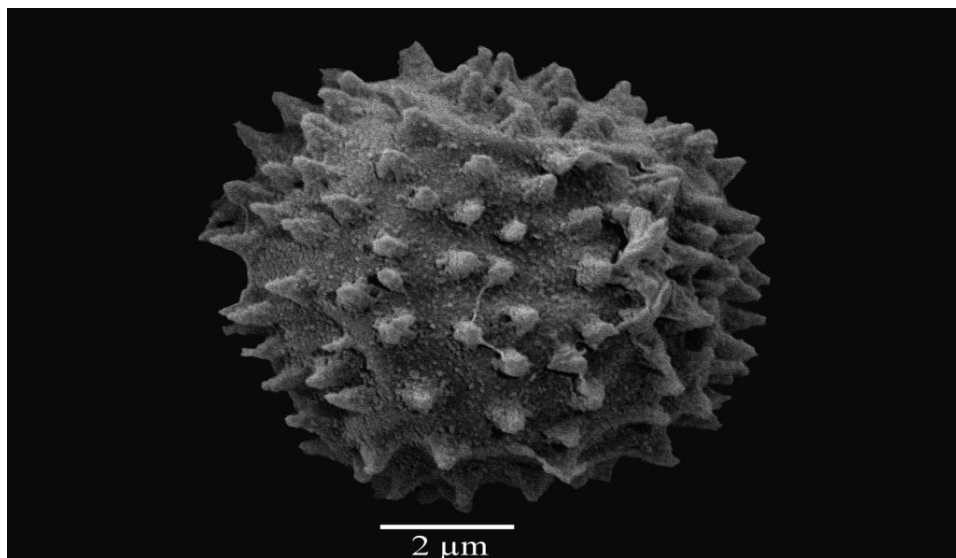


Fig. 184. *Ustilago maydis*: teleutospore (la microscop electronic scanning).

3.8. Importanță

Micologia (gr. mykes = ciupercă; logos = știință) este știința care studiază biologia ciupercilor. Aceasta prezintă importanță teoretică și practică deosebită. Dintre problemele teoretice ale biologiei ciupercilor menționăm: originea și evoluția parazitismului; simbioza; antagonismul microbial; sexualitatea în raport cu dezvoltarea lor evolutivă; specializarea fiziologică etc.

Ciupercile prezintă importanță practică deosebită. Alături de bacterii, ciupercile saprofite contribuie la descompunerea materiei organice moarte. Astfel, ele îmbogățesc solul în substanțe nutritive și asigură circuitul materiei în natură. Unele ciuperci din sol trăiesc în simbioză și formează micorize care favorizează dezvoltarea plantelor.

Numeroase ciuperci sunt folosite în practică pentru realizarea procesului de **fermentație**. Ciupercile realizează fermentații acide și fermentații alcoolice.

Datorită enzimelor și toxinelor pe care le produc, ciupercile parazite se hrănesc pe seama țesuturilor vii ale organismelor atacate (plante, animale și om). Anumite macromicete sunt toxice pentru om și determină, în caz de consum, intoxicații caracteristice.

Unele specii de ciuperci sunt utilizate pentru obținerea de **antibiotice** (penicilină, griseofulvină, clavacină, fumigatină). Este cunoscut faptul că anumite macromicete sunt comestibile și sunt utilizate de om în alimentație.

Din unele ciuperci se extrag coloranți naturali (negru, galben, brun-roșcat etc.) care se folosesc pentru vopsirea pieilor și stoffelor (Pârvu, 2003).

3.9. Origine și evoluție

În ceea ce privește originea ciupercilor, se acreditează ideea că acestea s-au desprins, de peste 1 miliard de ani, din alge protiste străvechi și s-au adaptat la o viață exclusiv heterotrofă.

Studiile asupra ciupercilor fosile nu sunt numeroase. De asemenea, există puține date cu privire la evoluția fungilor (Scagel și colab., 1984).

Se consideră că primele ciuperci au apărut în era paleozoică, în **Ordovician**, cu circa 500 de milioane de ani în urmă (Raven și colab., 1992).

Primele ciuperci fosile adevărate au fost găsite în rocile paleozoice, apărute de aproximativ 400 de milioane de ani. Multe dintre aceste ciuperci paleozoice sunt foarte asemănătoare cu zigomicetele actuale. Așa sunt veziculele hifale și sporii din țesuturile plantelor vasculare care au fost găsite în estul Scoției și care datează din Devonianul târziu, de 400 milioane de ani (Scagel și colab., 1984).

Câteva exemple de ascomicete fosile datează din **Carbonifer**; fragmente certe din aceste ciuperci sunt din **Cretacic**. Primele bazidiomicete datează de la sfârșitul **Carboniferului**.

Originea și filogenia ciupercilor pot fi explicate mai ales prin studierea caracterelor reprezentanților actuali, deoarece fosilele fungice sunt fragmentate și/sau insuficiente pentru caracterizarea speciilor.

Prin compararea caracterelor structurale și biochimice ale ciupercilor, s-a sugerat că demersul evolutiv s-a făcut în direcția zigomicete – ascomicete – bazidiomicete. Acest

model evolutiv corespunde colonizării mediului terestru de către ascomicete și mai ales bazidiomicete (Scagel și colab., 1984).

Morfologia și structura talului, precum și caracterele sporilor (asexuați și sexuați) susțin originea ciupercilor **Oomycetes** din alge **Xanthophyceae** străvechi, cu tal sifonal de tip **Vaucheriales** (Rayner și colab., 1987).

Câțiva autori susțin originea ciupercilor ascomicete din alge roșii străvechi. Această ipoteză se bazează pe asemănarea dintre reproducerea sexuată de la algele roșii **Florideophyceae** cu cea de la unele ascomicete (Scagel și colab., 1984). Totuși, se consideră că acesta este un exemplu de **evoluție paralelă**.

În ceea ce privește ciupercile **Ascomycota**, care prezintă în ciclul biologic numai stadiul asexuat (**Fungi Imperfecti**), se consideră că acestea au provenit mai ales din ascomicete prin dispariția stadiului sexuat din ciclul biologic. Evoluția acestui grup s-a realizat în direcția perfecționării stadiului conidian (Mititiuc, 1995).

Ciupercile **Myxomycota** sunt mai apropiate filogenetic de protozoare decât de fungi, datorită absenței peretelui celular și mișcării amoeboideale.

Vechimea lichenilor este mai puțin cunoscută. Se presupune totuși că sunt de **vârstă terțiară**. Filogenia lichenilor se bazează pe originea și evoluția celor doi simbiionți (Pop și colab., 1983).

Lichenii prezintă o capacitate deosebită de adaptare la diferite substraturi și condiții extreme. De aceea, e posibil ca mediul terestru să fi fost invadat, prima dată, nu de un singur individ, ci de o asociație de organisme, comparabilă cu un lichen (Raven și colab., 1992).

Caracterele morfologice, structurale și biochimice ale ciupercilor susțin originea lor **polifiletică**.

Caracterele biochimice ale ciupercilor actuale sunt deosebit de utile pentru formularea ipotezelor privind originea și filogenia lor. Diferențele în ceea ce privește structura polizaharidică a pereților celulari ai ciupercilor pot fi folosite pentru explicarea filogeniei lor. Argumentele biochimice sugerează originea difiletică a ciupercilor cu perete celular. Astfel, se disting două linii principale, dar separate, de evoluție a ciupercilor: o linie principală a **fungilor chitinoși** și o linie minoră a **fungilor celulozici** (Rayner și colab., 1987).

Linia filogenetică a fungilor chitinoși cuprinde organisme care sintetizează L-lizină pe calea metabolică a acidului amino adipic. Linia ciupercilor cu perete celulozic cuprinde organisme care sintetizează lizină din acid diaminopimelic (Rayner și colab., 1987).

Ciupercile inferioare actuale prezintă flageli, în anumite stadii ale dezvoltării ontogenetice. La ciupercile evolute (**Ascomycota** și **Basidiomycota**), nu există stadii flagelate.

Se consideră că din strămoși biflagelați cu perete celular chitinos au evoluat ciupercile chitinoase: **Chytridiomycota**, **Zygomycota**, **Ascomycota** și **Basidiomycota**. Din strămoși biflagelați cu perete celulozic au evoluat ciupercile **Oomycota** (Rayner și colab., 1987).

Dovezile biochimice și structurale susțin că ciupercile se aseamănă mai mult cu animalele decât cu organismele fotoautotrofe, din următoarele considerente: au exoschelet

chitinos; depozitează glicogen și nu au amidon; nu au cloroplaste; în mitocondrii, codonul UGA pentru triptofan nu este situat terminal (Rayner și colab., 1987).

Evoluția ciupercilor s-a realizat în decursul unui proces istoric de adaptare și selecție naturală, prin modificarea modului de nutriție, a complexului enzimatic și a modului de acțiune asupra substratului (Pârvu, 2003).

3.10. Bibliografie

- Agrios, G.N., Plant pathology, 5th ed., Elsevier Academic Press, Amsterdam.
- Alexopoulos C.J., Mims, C., Blackwell, M., 1996, Introductory mycology, 4th ed., John Wiley & Sons, New York.
- Apahidean, A.S., Apahidean, M., 2004, Cultura legumelor și ciupercilor, Ed. AcademicPres, Cluj-Napoca.
- Braun, U., 1987, A monograph of the Erysiphales, J. Cramer, Berlin.
- Ciurchea, M., 1998, Lichenii din România, vol. I, Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
- Eliade, E., Toma, M., 1977, Ciuperci – mic atlas, Ed. Didactică și Pedagogică, București.
- Gams, W., van der Aa, H.A., van der Plaats – Niterink, A.J., Samson, R.A., Stalpers, J.A., 1987, CBC Course of mycology, ed. a 3-a, Centraalbureau Voor Schimmelcultures Baarn – Delft.
- Gaya, E., Kooij, P., Dentinger, B., Grigoriev, I.V., Nagy, L., Stajich, J., Coker, T., Leitch, I.J., 2018, Fungal tree of life, în Anonymous, State of the World's Fungi, Royal Botanic Gardens, Kew, UK, 1-92 pag.
- Isaac, S., 1992, Fungal-Plant Interactions, Chapman & Hall, London, New York, Tokyo, Melbourne, Madras.
- Kaul, T.N., 2002, Biology and Conservation of Mushrooms, Science Publishers, Inc.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., David, J.C., Stalpers, J.A., 2001, Dictionary of the Fungi, 9 ed., CABI Publishing.
- Koneman, E.W., Allen, S.D., Janda, W.M., Schreckenberger, P.C., Winn, W.C., 1997, Diagnostic Microbiology, Lippincott – Raven Publishers, Philadelphia.
- Lee, M.R., Dukan, E., Milne, I., 2018, *Amanita muscaria* (fly agaric): from a shamanistic hallucinogen to the search for acetylcholine, J R Coll Physicians Edinb; 48: 85–91. doi: 10.4997/JRCPE.2018.119.
- Lücking, R., Hodkinson, B.P., Leavitt, S.D., 2017, The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota – Approaching one thousand genera, The Bryologist, 119(4):361-416.
- Mantu, E., Petria, E., 1971, Lichenii – un paradox al naturii: 1+1 = 1, Ed. Științifică, București.
- Mircea, C., Pârvu, M., Tripop, S-C., Roșca-Casian, S., 2016, Morphological and Ultrastructural Characteristics of *Dumontinia tuberosa* (Bull.) L.M. Kohn from *Ranunculus ficaria* L., Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 44 (2), 354-360.
- Mititiuc, M., 1995, Micologie, Ed. Universității "Alexandru Ioan Cuza", Iași.
- Nobile, C.J., Johnson, A.D., 2015, *Candida albicans* Biofilms and Human Disease, Annu Rev Microbiol. 69: 71-92; doi: 10.1146/annurev-micro-091014-104330.

Phillips, R., 2006, *Mushrooms*, Macmillan, London.

Pârvu, M., 1996, *Fitopatologie*, Ed. Presa Universitară Clujeană, Ed. Sincron, Cluj-Napoca.

Pârvu, M., 2003, *Botanică sistematică I*, Ed. Gloria, Cluj-Napoca.

Pârvu, M., 2007, *Ghid practic de micologie*, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.

Pârvu, M., 2010, *Ghid practic de fitopatologie*, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.

Pop, I., Hodișan, I., Mititelu, D., 1983, *Botanică sistematică*, Ed. Didactică și Pedagogică, București.

Popescu, G.G., 2009, *Introducere în botanica filogenetică*, Ed. Sitech, Craiova.

Prescott, L.M., Harley, J.P., Klein, D.A., 1996, *Microbiology*, Wm.C. Brown Publishers, S.U.A.

Purvis, O.W., Coppins, B.J., Hawksworth, D.L., James, D.W., Moore, D.M., 1992, *The Lichen Flora of Great Britain and Ireland*, The Natural History Museum London, The British Lichen Society, London.

Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E., 1992, *Biology of Plants*, Worth Publishers, New York, S.U.A.

Rayner, A.D.M., Brasier, C.M., Moore, D., 1987, *Evolutionary biology of the fungi*, Cambridge University Press, Great Britain.

Scagel, R.F., Bandoni, R.J., Maze, J.R., Rouse, G.E., Schofield, W.B., Stein, J.R., 1984, , *Plants – An Evolutionary Survey*, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California.

Samson, R.A., van Reenen-Hoekstra, E.S., 1988, *Introduction to Food – Borne Fungi*, Centraalbureau Voor Schimmelcultures, Baarn – Delft.

Sălăgeanu, G., Sălăgeanu, A., 1985, *Determinator pentru recunoașterea ciupercilor comestibile, necomestibile și otrăvitoare din România*, Ed. Ceres, București.

Săvulescu, T., 1953, *Monografia Uredinalelor din Republica Populară Română*, vol. I–II, Ed. Academiei R.P. Române, București.

Săvulescu, T., 1957, *Ustilaginele din Republica Populară Română*, vol. I–II, Ed. Academiei R.P. Române, București.

Tănase, C., Mititiuc, M., 2001, *Micologie*, Ed. Universității "Alexandru Ioan Cuza", Iași.

Tănase, C., Șesan, T.E., 2006, *Concepte actuale în taxonomia ciupercilor*, Ed. Universității "Alexandru Ioan Cuza", Iași.

Tănase, C., Bîrsan, C., Chinan V., Cojocariu, A., 2009, *Macromicete din România*, Ed. Universității "Alexandru Ioan Cuza", Iași.

Weber, H., 1993, *Allegemaine Mycologie*, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart.

Webster, J., 1993, *Introduction to fungi*, Cambridge University Press, Cambridge.

Zamfirache, M-M., Toma, C., 2000, *Simbioza în lumea vie*, Ed. Universității "Al. I. Cuza", Iași.

Site-ografie

IM <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90262>

1M <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90788>

11M <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90449>

111M <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Stemonitis>

1111M <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=240909>

12M <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90452>

121M <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Trichia>
 1211M <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=202729>
 13M <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90440>
 131M <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Physarum>
 132M <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Fuligo>
 1321M <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=149977>
 IO <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90276>
 1O <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90605>
 11O <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=816374>
 111O <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Phytophthora>
 1111O <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=232148>
 112O <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Plasmopara>
 1121O <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=208592>
 IBrF <https://www.britannica.com/science/fungus/Annotated-classification>
 IC <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90073>
 1C <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90072>
 11C <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90416>
 111C <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Synchytrium>
 1111C <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=120395>
 IZ <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90405>
 1Z <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90755>
 11Z <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90437>
 111Z <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Mucor>
 1111Z <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=234548>
 112Z <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Rhizopus>
 1121Z <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=290490>
 1122Z <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=119545>
 113Z <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Pilobolus>
 114Z <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Phycomyces>
 2Z <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=564381>
 21Z <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=564381>
 211Z <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Entomophthora>
 2111Z <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=150965>
 212Z <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Entomophaga>
 IA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90031>
 1AT <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90366>
 11AT <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90501>
 111AT <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Taphrina>
 1111AT <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=217454>
 1112AT <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=234886>
 2AS <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90791>
 21AS <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=4813>
 211AS <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Saccharomyces>
 2111AS <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=492348>

212AS <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Candida>
 2121AS <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=256187>
 3AE <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=501483>
 31AE <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90472>
 311AE <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Aspergillus>
 3111AE <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=284309>
 3112AE <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=209842>
 312AE <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Eurotium>
 313AE <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Penicillium>
 3131AE <http://www.speciesfungorum.org/Names/NamesRecord.asp?RecordID=165757>
 3132AE <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=213525>
 3133AE <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=159382>
 4AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=501487>
 41AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90471>
 411AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Podosphaera>
 4111AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=464571>
 4112AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=461807>
 412AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Erysiphe>
 413AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Uncinula>
 42AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90751>
 421AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Monilinia>
 4211AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=120492>
 422AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Sclerotinia>
 4221AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=212553>
 423AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Botryotinia>
 4231AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=284645>
 4232AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=217312>
 424AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Dumontinia>
 43AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90498>
 5AS <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90350>
 51AS <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90477>
 511AS <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Hypocrea>
 512AS <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Nectria>
 513AS <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Cordyceps>
 514AS <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Claviceps>
 5141AS <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=162059>
 6AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=162059>
 61AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90480>
 611AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Lecanora>
 612AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Cladonia>
 6121AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=382945>
 613AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Cetraria>
 6131AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=382416>
 614AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Usnea>

6141AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=408326>
 615AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Pseudevernia>
 6151AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=402417>
 616AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Evernia>
 6161AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=384976>
 62AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90492>
 621AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Lobaria>
 6211AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=394901>
 622AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Peltigera>
 6221AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=399287>
 63AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90502>
 631AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Teloschistes>
 632AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Xanthoria>
 6321AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=533795>
 633AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Caloplaca>
 634AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Fulgensia>
 64AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=529144>
 641AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Rhizocarpon>
 6411AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=404005>
 65AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90462>
 651AL <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Physcia>
 6511AL <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=400818>
 7AP <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=501493>
 71AP <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90494>
 711AP <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Peziza>
 7111AP <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=141966>
 712AP <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Morchella>
 7121AP <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=247978>
 713AP <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Tuber>
 7131AP <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=218548>
 714AP <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Pyronema>
 IB <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90050>
 1BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=501297>
 11BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90508>
 111BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Agaricus>
 1111BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=356498>
 1112BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=531546>
 112BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Armillaria>
 1121BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=190066>
 113BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Amanita>
 1131BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=208468>
 1132BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=161267>
 1133BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=178962>
 114BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Coprinus>

1141BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=148667>
 115BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Macrolepota>
 1151BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=287857>
 116BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Marasmius>
 1161BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=174712>
 117BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Pleurotus>
 1171BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=174220>
 12BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90529>
 121BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Boletus>
 1211BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=356530>
 122BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Scleroderma>
 1221BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=211519>
 123BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Serpula>
 1231BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=102458>
 13BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90531>
 131BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Cantharellus>
 1311BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=200345>
 132BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Craterellus>
 1321BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=153130>
 133BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Hydnum>
 1331BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=225014>
 14BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90527>
 141BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Auricularia>
 1411BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=102281>
 142BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Exidia>
 15BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90562>
 151BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Phallus>
 1511BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=245934>
 152BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Mutinus>
 1521BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=223415>
 153BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Clathrus>
 1531BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=112728>
 1532BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=232782>
 16BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90565>
 161BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Cerioporus>
 1611BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=186284>
 162BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Polyporus>
 163BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Fomes>
 1631BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=194860>
 164BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Fomitopsis>
 1641BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=101927>
 1642BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=812646>
 165BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Ganoderma>
 1651BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=148413>

166BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Daedalea>
 1661BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=246294>
 167BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Trametes>
 1671BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=281625>
 168BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Laetiporus>
 1681BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=299348>
 17BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90569>
 171BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Russula>
 1711BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=190250>
 1712BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=191650>
 172BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Lactarius>
 1721BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=174964>
 1722BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=224737>
 173BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Hericium>
 1731BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=120231>
 174BA <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Stereum>
 1741BA <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=189826>
 2BP <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=501494>
 21BP <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=816564>
 211BP <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=16382>
 211BP <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Uromyces>
 2111BP <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=204781>
 212BP <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Puccinia>
 2121BP <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=159822>
 2122BP <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=227064>
 213BP <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Gymnosporangium>
 214BP <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Phragmidium>
 2141BP <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=210047>
 3BU <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90393>
 31BU <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=90456>
 311BU <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp?strGenus=Ustilago>
 3111BU <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=169566>

4. Regnul Plantae

4.1. Originea mușchilor și cormofitelor

În regnul **Plantae** sunt cuprinse organisme fotosintetizatoare precum algele roșii, algele verzi, mușchii și plantele vasculare (cormofitele) (IRP).

O serie de dovezi (morfologice, structurale și biochimice) arată că mușchii și cormofitele au evoluat dintr-un grup de alge verzi străvechi. Ca și algele verzi, plantele au **clorofile** (a și b) și **carotenoizi** ca pigmenți accesorii. De asemenea, **amidonul** (principalul produs de fotosinteză) este depozitat în interiorul cloroplastelor.

La alte organisme eucariote fotosintetizatoare, produșii de rezervă sunt depozitați înafara cloroplastelor (Raven și colab., 1992).

Principalul component al pereților celulari la mușchi, cormofite și la unele alge verzi este celuloza. De asemenea, diviziunea celulară prin formarea fragmoplastului și plăcii celulare este caracteristică numai mușchilor și cormofitelor și la câteva genuri de alge verzi.

Datorită caracteristicilor comune pe care le au, este foarte probabil ca mușchii și cormofitele să descindă dintr-un strămoș algal comun sau din diferite alge verzi înrudite care au invadat cu succes pământul.

Strămoșul comun al mușchilor și cormofitelor prezenta o **alternanță de generații** (gametofit și sporofit) heteromorfe, forma embrioni și gametangii (anteridii și oogoeane) pluricelulare (Raven și colab., 1992). Din alge verzi străvechi, cu gametofit dominant, au provenit mușchii, iar din alge verzi stăvechi, cu sporofit dominant, au provenit cormofitele.

Mușchii și cormofitele prezintă o serie de caractere de superioritate față de algele verzi. Toate plantele sunt oogametice și au **embrioni** (Raven și colab., 1992).

Organismele care au reușit să facă tranziția de la apă la uscat au dezvoltat structuri care le protejează de uscăciune. Aceste organisme și-au dezvoltat un înveliș steril (perete) protector în jurul celulelor gametice din gametangii (anteridii și arhegoane) și a celulelor producătoare de spori (arhesporului) din sporange. De asemenea, embrionii sunt protejați în interiorul arhegonului. Părțile supaterane ale plantelor sunt acoperite cu cuticulă (strat ceros) care le protejează de uscăciune.

Prezența cuticulei este strâns legată de existența stomatelor care funcționează, în principal, ca reglator al schimburilor de gaze (Raven și colab., 1992).

În ceea ce privește strămoșul mușchilor și cormofitelor, nu se știe dacă acesta avea țesut conducător. Fosile din **Ordovician** aveau celule alungite care semănau cu traheidele. De asemenea, dovada existenței substanței asemănătoare ligninei, în pereții celulari, datează din perioada siluriană (Raven și colab., 1992).

Cele mai vechi fosile, care seamănă cu mușchii și cormofitele, datează de la începutul **Silurianului**, cu aproximativ 430 de milioane de ani în urmă. Gametofiti bine dezvoltați se cunosc din **Devonian**, cu 400 de milioane de ani în urmă. Datorită existenței acestor fosile, se acceptă ipoteza că strămoșul mușchilor și cormofitelor este o algă verde relativ complexă, **endomicorizantă** cu un zigomicet, care a invadat pământul cu mai mult de 430 de milioane de ani în urmă (Raven și colab., 1992).

4.2. Mușchi

4.2.1. Morfologie și structură

Corpul mușchilor este alcătuit din două generații (gametofit și sporofit) suprapuse și subordonate. Generația dominantă a mușchilor este **gametofitul** (G). Această generație este haploidă (n), sexuată, de lungă durată, asimilatoare și formează organe de reproducere (arhegoane și anteridii). Sporofitul (S) este generația producătoare de spori (asexuată), se dezvoltă pe gametofit și este dependent de acesta (Fig. 185).

Din punct de vedere morfologic, gametofitul poate fi **taloidic** sau **cormoidic**. Gametofitul taloidic are forma unei lame foliacee, verzi, cu structură dorsoventrală și este prins de substrat prin **rizoizi**.

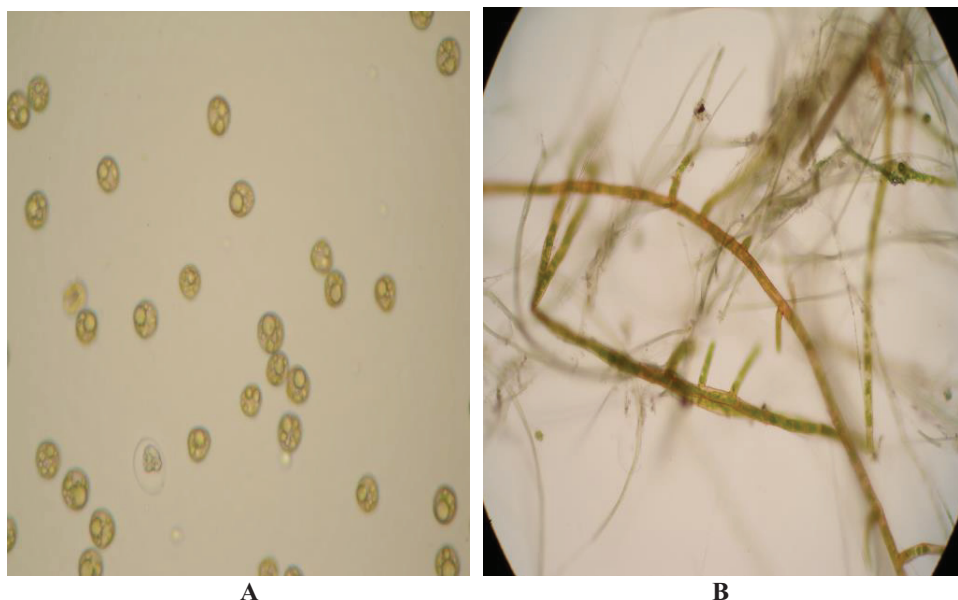


Fig. 185. Briospori de *Rhizomnium punctatum* (A) și protonemă de mușchi cormoidic (B).

Gametofitul cormoidic se aseamănă cu un corm (corpul vegetativ al plantelor vasculare) și este alcătuit din rizoizi, tulpină și frunze (Fig. 186). Briofitele nu au tulpini și frunze adevărate (Scagel și colab., 1984).

Rizoizii iau naștere din celulele epidermale de la baza tulpinii și au rol în absorbție și fixare pe substrat (Plămadă, 1998).

Tulpina mușchilor cormoidici este prevăzută cu frunze. Din punct de vedere anatomic, tulpina prezintă **epidermă** (la exterior), **scoarță** (la mijloc) și **funicul central** (la interior) alcătuit din celule alungite cu rol conducător. Mușchii au o slabă diferențiere a țesuturilor. În tulpină nu se găsește cilindrul central cu vase lemnoase și liberiene (Pârvu, 2003).

Frunzele mușchilor au o structură simplă, sunt variate ca formă (ovale, lanceolate etc.), sunt sesile și asimilatoare (verzi). Acestea iau naștere din celule laterale ale tulpinii, prin diviziuni celulare repetate. La majoritatea mușchilor, frunzele sunt așezate altern pe tulpină (Plămadă, 1998).

La maturitate, pe gametofit se formează organele de reproducere (arhegonul și anteridia) ale mușchilor (Fig. 187). La majoritatea mușchilor, arhegonul și anteridia iau naștere din celule superficiale ale tulpinii gametofitului.

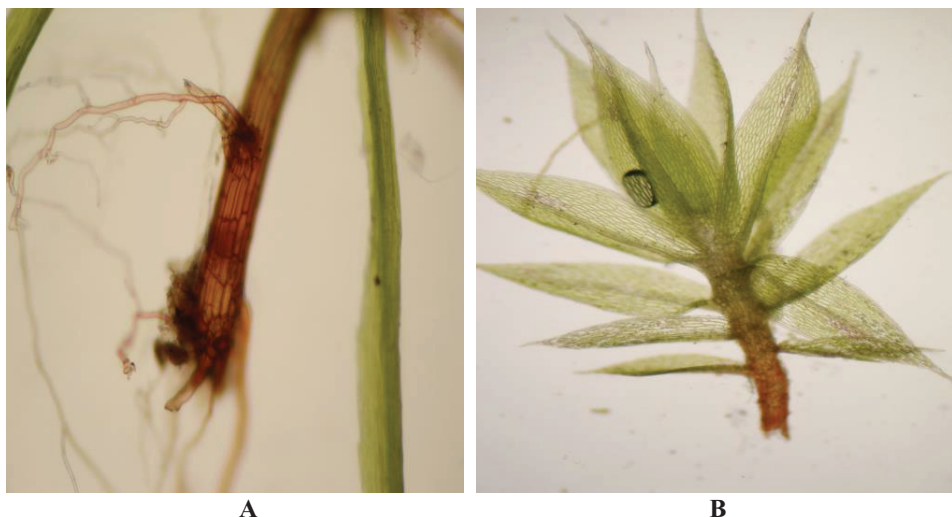


Fig. 186. Protonemă și gametofit cormoidic cu rizoizi și tulpină (A) și gametofit cormoidic cu tulpină și frunze (B).

Arhegonul este organul femeiesc de reproducere. Acesta are forma unei butelii și este alcătuit dintr-o parte bazală, ovală, voluminoasă, care se continuă cu un gât (tub) lung situat în partea superioară. Peretele arhegonului este alcătuit dintr-un singur strat de celule. La baza arhegonului există un **picior** pluricelular care se fixează pe gametofit. În partea bazală a arhegonului se găsește **oosfera**, iar pe traiectul gâtului se află **celulele canal**, dintre care cea bazală este mai mare (Fig. 187).

Deoarece formează arhegon și nu au vase conducătoare tipice, precum plantele vasculare, mușchii mai sunt denumiți **Archegoniatae avasculare**.

Prin gelificarea celulelor canal este favorizată pătrunderea anterozoidului la oosferă (Pârvu, 2003).

Anteridia este organul bărbătesc de reproducere al mușchilor. Aceasta are formă globuloasă și este prevăzută cu un picior scurt (**stil**), pluricelular, care o fixează pe gametofit.

La suprafața anteridiei se găsește un perete celular unistratificat, iar în interior **țesutul spermatogen** alcătuit din numeroase celule. Țesutul spermatogen formează un număr mare de anterozoizi (gameți bărbătești) spiralați și prevăzuți apical cu 2 flageli lungi și egali (Plămadă, 1998).

La mușchii monoici, anteridia și arhegonul se dezvoltă pe același gametofit (individ), iar la cei dioici pe indivizi diferiți.

După fecundarea oosferei, de către un anterozoid, se formează zigotul din care se dezvoltă sporofitul, generația (asexuată) producătoare de spori (**briospori**).

Sporofitul (sporogonul) este alcătuit din **capsulă** (**sporange**), **setă** și **haustor** (Fig. 188). Capsula este prevăzută apical cu un căpăcel denumit **opercul**, iar la bază cu o

porțiune mai dilatată denumită **apofiză**. La maturitate, operculul se desprinde și cade și permite observarea gurii urnei, care are marginal 1–2 cercuri de dinți (așezați circular) care formează **peristomul** (simplu sau dublu). **Peristomul simplu** este alcătuit dintr-un singur șir de dinți, așezați circular. **Peristomul dublu** este format din **exostom** și **endostom**, alcătuiți din dinți, așezați concentric.

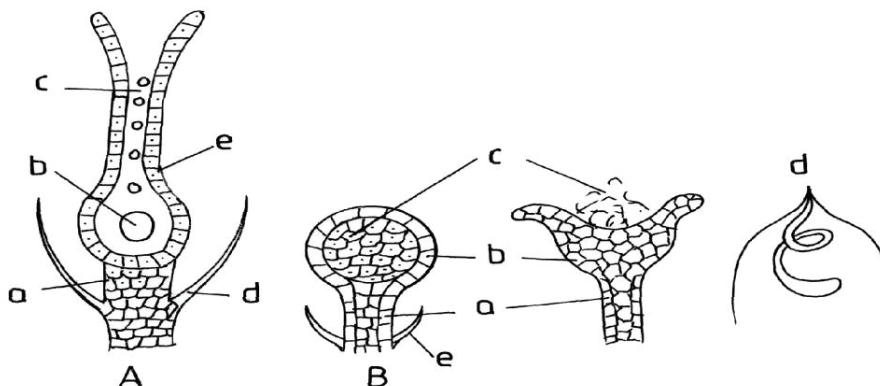


Fig. 187. Structura arhegonului și anteridiei la mușchi:

A. arhegon: a. pedicel; b. oosferă; c. celule canal; d. frunză (perichețiu); e. peretele arhegonului; B. anteridie: a. pedicel; b. perete unistratificat; c. țesut spermatogen; d. anterozoid.

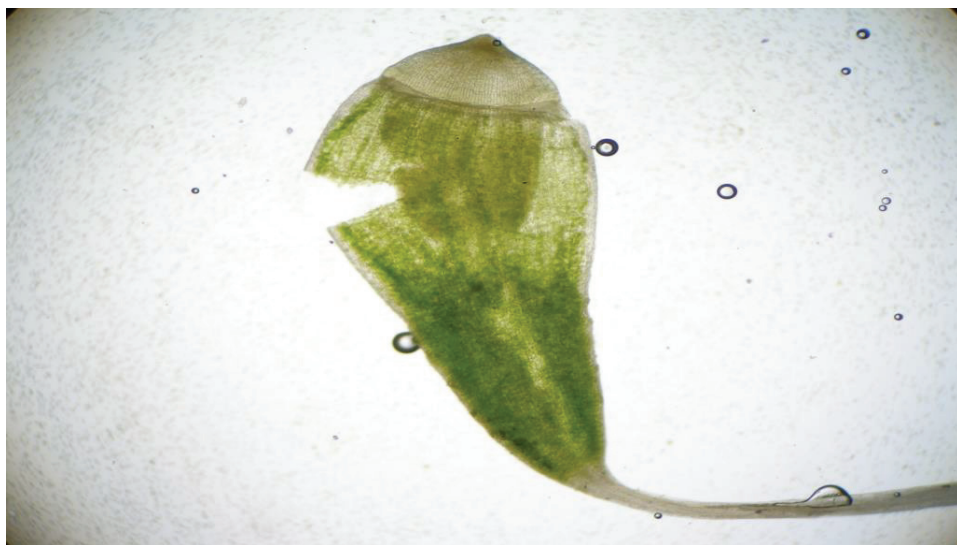


Fig. 188. Sporofit: setă și capsulă (sporange).

Din punct de vedere structural, capsula prezintă la exterior un perete pluristratificat, în mijloc **arhesporul**, iar în interior (axial) **columela**. La anumiți mușchi, capsula nu prezintă columelă. Arhesporul este situat în urnă și este alcătuit din celule sporogene ($2n$) care se divid meiotic și apoi mitotic și formează sporii (n). La maturitate, sporii sunt sferici și prezintă o membrană groasă, cutinizată, denumită **exospor**, iar la interior o membrană celulozică, denumită **endospor**.

Masa de spori care se formează prin diviziunea celulelor arhesporului este acoperită de un înveliș dublu numit **sac sporifer**. La mușchii dioici, sporii sunt diferențiați în spori bărbătești și spori femeiești.

Capsula sporogonului este fixată în vârful unui filament lung denumit **setă**. La partea inferioară, seta se continuă cu un haustor; cu ajutorul acestuia se fixează în țesutul gametofitului de unde absoarbe substanțele nutritive (Plămadă, 1998).

Sporii disemițați, din capsula sporogonului, ajung pe substrat și, în condiții favorabile de mediu, germinează.

4.2.2. Înmulțire

La **mușchi**, înmulțirea se realizează pe cale vegetativă, asexuată și sexuată. Înmulțirea vegetativă este foarte frecventă și diminuează variabilitatea în populație. Mușchii se înmulțesc vegetativ prin fragmente de frunze, de tulpină, de protonemă sau prin celule specializate denumite **propagule**.

Înmulțirea asexuată se realizează prin spori, iar cea sexuată prin oogamie. Cele două stadii (asexuat și sexuat) de înmulțire se succed în realizarea ciclului ontogenetic de dezvoltare.

4.2.3. Ciclul de dezvoltare

Ciclul de dezvoltare ontogenetică al unui mușchi începe cu germinarea sporului, care este dependentă de lumină, umiditate, temperatură etc. Prin germinare se formează un filament verde, ramificat, pluricelular, denumit **protonemă**. Unele ramuri ale protonemei pătrund în pământ, pierd clorofila și devin rizoizi (Plămadă, 1998).

Pe protonemă se formează gametofitul (gametoforul) care crește treptat datorită unei celule apicale de creștere. La maturitate, pe gametofit se formează organele de reproducere (anteridiile și arhegoanele). Anterozoidul pătrunde în arhegon, fecundează oosfera și astfel ia naștere zigotul ($2n$).

Zigotul se divide imediat mitotic și formează un **embrion** care crește, se dezvoltă și dă naștere sporogonului (Sitte și colab., 1998). În capsula (sporangele) sporogonului, se formează sporii (n) care vor relua ciclul de dezvoltare ontogenetică (Pârvu, 2003).

În ciclul de dezvoltare al mușchilor, se distinge o alternanță de două generații (gametofit și sporofit) heteromorfe. Gametofitul este dominant, iar sporofitul este redus și se formează pe gametofit (Fig. 189). Generația gametofitică (n) cuprinde următoarele fenofaze ale mușchilor: spor, protonemă, gametofit, organe de reproducere (anteridii,

arhegoane) și gameți (anterozoid, oosferă). Generația asexuată (sporofitică) începe cu zigotul, se continuă cu embrionul și apoi sporogonul care produce spori (n).

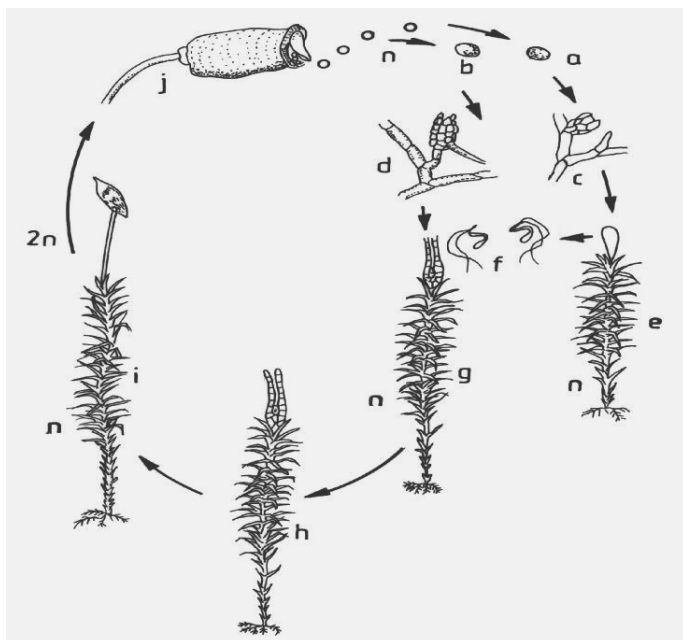


Fig. 189. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la mușchi (*Polytrichum*):

a și b. spori; c și d. protonemă cu muguraș; e. gametofit (bărbătesc) cu anteridie; f. anterozoid; g. gametofit (femeiesc) cu arhegon; h. gametofit și sporofit tânăr; i. gametofit și sporofit; j. capsula sporofitului.

4.2.4. Clasificare

Pe baza caracterelor morfologice și structurale ale gametofitului și sporofitului, datelor de biologie moleculară etc., mușchii sunt grupați în trei încrengături: **Hepaticophyta (IH)**, **Anthocerotophyta (IA)** și **Bryophyta (IB)**.

4.2.4.1. Încrengătura Hepaticophyta

Această încrengătură cuprinde mușchi care reprezintă o linie evolutivă foarte distinctă. Aceștia au stadiul protonematic redus și de scurtă durată. Majoritatea mușchilor sunt cormoidici; la anumiți mușchi, gametofitul este taloidic.

Capsula (sporangele) sporogonului nu are peristom, iar operculul există doar la câțiva mușchi. În capsulă se formează spori și elatere. De regulă, sporangele se deschide prin 4 linii longitudinale și permite diseminarea sporilor (Scagel și colab., 1984).

Se consideră că mușchii hepatici sunt un grup străvechi. Material fosil există din **Devonian**. *Hepaticites devonicus* face parte din ordinul **Metzgeriales (13H)** din **Devonian** și este prima specie de mușchi hepatic fosil care a fost descris.

Dovezi fosile evidente ale mușchilor hepatici au fost găsite în depozitele baltice de chihlimbar din era **Terțiară** (Scagel și colab., 1984).

Încrângătura **Hepaticophyta** cuprinde subîncrângătura **Hepaticae** care conține o clasă denumită **Hepaticopsida (1H)** cu două subclase: **Jungermanniae** și **Marchantiae**.

Mușchii hepatici sunt grupați în mai multe ordine, precum **Calobryales**, **Jungermanniales**, **Metzgeriales** din subclasa **Jungermanniae**, respectiv **Sphaerocarpaceles** și **Marchantiales** din subclasa **Marchantiae**. Aceste ordine corespund unor linii evolutive distincte.

Ordinul Jungermanniales

În ordinul **Jungermanniales (11H)** sunt mușchi cormoidici, care au gametofitul aplatizat dorsoventral și prezintă frunze așezate lateral. Ei sunt distribuiți din zona arctică și antarctică până la tropice; ating maximum de diversitate în pădurile tropicale umede. Acești mușchi cresc pe roci, sol sau în apă (Scagel și colab., 1984).

Înregistrările fosile ale acestor mușchi există din Terțiar (Scagel și colab., 1984).

Ordinul Marchantiales

În ordinul **Marchantiales (12H)** sunt cuprinși mușchi **taloidici**, **monoici** și **dioici**. Gametofitul este ramificat dicotomic și este fixat de substrat prin rizoizi. Un gen caracteristic este *Marchantia (121H)* care are câteva specii acceptate.

Marchantia polymorpha (1211H) are gametofit dioic, taloidic, verde închis (ca fierrea) și ramificat dicotomic (Fig. 190 și 191).

Corpul vegetativ este prins pe substrat prin rizoizi incolori. Gametofitul (gametoforul) este diferențiat în mai multe țesuturi distincte (Fig. 192): **epidermă** (superioară și inferioară), **țesut asimilator** și **țesut acvifer** (de depozitare).

Epiderma superioară este perforată de pori care sunt înconjurați de mai multe celule și sunt, de obicei, continuu deschiși (Scagel și colab., 1984). Pori comunică cu camerele de aer situate în țesutul asimilator. Pereții externi ai celulelor epidermice sunt cutinizați. Sub epiderma superioară se găsesc lacune numeroase și celule asimilatoare, dispuse în coloane.

Epiderma superioară este perforată de pori care sunt înconjurați de mai multe celule și sunt, de obicei, continuu deschiși (Scagel și colab., 1984). Pori comunică cu camerele de aer situate în țesutul asimilator. Pereții externi ai celulelor epidermice sunt cutinizați. Sub epiderma superioară se găsesc lacune numeroase și celule asimilatoare, dispuse în coloane.

Țesutul asimilator se sprijină pe un țesut acvifer alcătuit din celule parenchimatice în care se acumulează apă și substanțe de rezervă. Unele celule parenchimatice sunt pline cu mucilagiu (Scagel și colab., 1984).

Epiderma inferioară este în contact cu substratul pe care se dezvoltă mușchiul. Unele dintre celulele epidermale formează rizoizi cu rol în fixare și absorbție (Fig. 192).



Fig. 190. *Marchantia polymorpha*: gametofit ♀ (A); gametofit cu coșulețe cu propagule (B); gametofit ♂ (C).

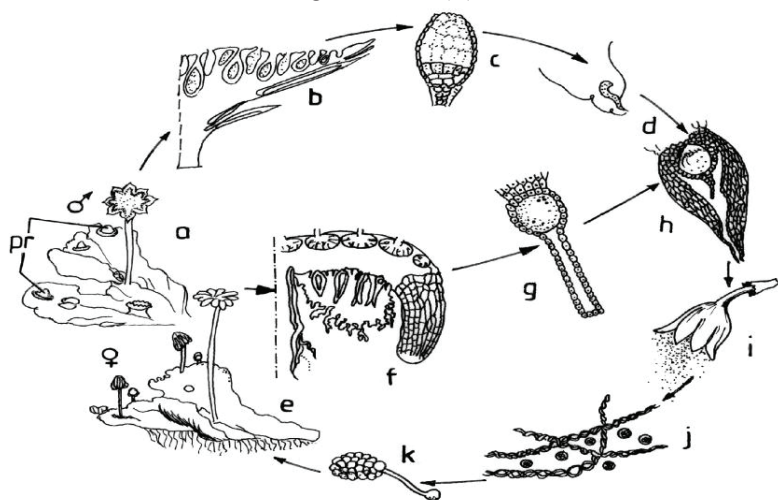


Fig. 191. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Marchantia polymorpha*: a. gametofit bărbătesc; b. receptacul cu anteridii; c. anteridie; d. anterozoid; e. gametofit femeiesc; f. receptacul cu arhegoane; g. arhegon; h. sporofit tânăr; i. capsulă (sporange); j. spori și elatere; k. gametofit tânăr; pr. propagule (după Pop și coab., 1983).

Pe fața superioară a gametofitului se formează propagule (celule vegetative), grupate în coșulețe, care au rol în înmulțirea vegetativă.

Gametofitul bărbătesc de *Marchantia polymorpha* formează un anteridiofor care are apical un disc lobat, pe suprafața căruia se diferențiază cripte (cavități). În fiecare criptă se formează o anteridie ovală, scurt pedicelată. Anterozoizii formați în anteridie sunt eliberați prin porul criptei.

Gametofitul femeiesc prezintă un arhegoniofor care formează apical un disc cu 7 – 9 brațe alungite. Pe fața inferioară a brațelor se găsesc arhegoane dispuse în rânduri și care sunt învelite de o membrană protectoare denumită **perichețiu** (Pop și colab., 1983).

În capsula sporogonului se formează spori (bărbățești și femeiești) și elatere.

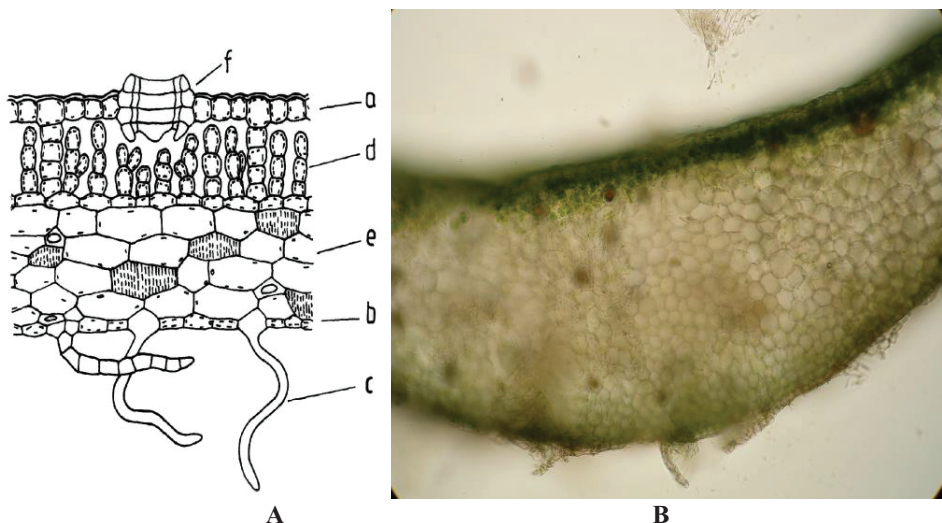


Fig. 192. Secțiune prin gametofit de *Marchantia*:

A. a. epidermă superioară; b. epidermă inferioară; c. rizoizi; d. țesut asimilator; e. țesut acvifer; f. por; B. secțiune la microscop optic.

Acest mușchi hepatic se întâlnește în biotopuri foarte umede și răcoroase, pe lângă izvoare, pe pereții fântânilor etc. Este denumit popular **fierea pământului, coada rândunicii**.

Cel mai vechi material fosil de **Marchantiales** este din **Carbonifer**. Acești mușchi reprezintă punctul culminant al organizării tisulare la mușchii hepatici (Scagel și colab., 1984).

4.2.4.2. Încrengătura Anthocerotophyta

Această **încrengătură** cuprinde o singură clasă (**Anthocerotopsida**) (1A), cu un singur ordin **Anthocerotales** (11A), care are **mușchi taloidici** anuali și pereni (Scagel și colab., 1984).

4.2.4.3. Încrengătura Bryophyta

Încrengătura Bryophyta (IB) cuprinde mușchi cormoidici (Cristea, 2014), grupați în două subîncrengături, dintre care menționăm subîncrengătura **Musci (IBM)**, care are trei clase: **Andreaeopsida (1B)**, **Bryopsida (2B)** și **Sphagnopsida (3B)**. Clasa **Andreaeopsida** cuprinde mușchii de granit, clasa **Bryopsida** (gr. bryon = mușchi; phyton = plantă) mușchii adevărați, iar clasa **Sphagnopsida** mușchii de turbă (**IBM**).

Cele trei clase de **Musci** sunt corespunzătoare la tot atâtea linii evolutive (Sitte și colab., 1998).

Acești mușchi au protonema verde, ramificată și extensibilă. Gametofitul prezintă rizoizi pluricelulari, tulpină, frunze și gametangii.

Forma și structura frunzelor sunt variate. În general, marginea frunzelor este unistratificată, iar partea mediană este pluristratificată. De obicei, frunzele au nervură mediană.

Anteridiile sunt înconjurate de frunze modificate care formează **perigonul**, iar arhegoanele de un înveliș frunzos denumit **perichețiu**. Atât anteridiile, cât și arhegoanele, sunt însoțite de filamente alungite, denumite **parafize** (Plămadă, 1998).

Sporogonul este alcătuit din **haustor**, **setă** și **capsulă (sporangiu)** în care se formează spori. La unii mușchi, sporogonul prezintă **pseudopodiu** care este o axă lungă, gametofitică, nefoliată, analoagă setei. În general, capsula prezintă opercul, peristom și columelă (Plămadă, 1998). Numeroși mușchi din clasa **Bryatae** au capsula acoperită de o scufie (caliptră) care este un rest al arhegonului.

Reproducerea vegetativă este foarte frecventă la acești mușchi și se face prin fragmentarea talului și prin propagule (Scagel și colab., 1984).

Clasa Sphagnopsida

În clasa **Sphagnopsida (3B)** este cuprins un singur ordin (**Sphagnales**)(**31B**), care este monotipic, deoarece include o singură familie cu un singur gen (*Sphagnum*).

Genul *Sphagnum* (**311B**) cuprinde mușchi monoici și mușchi dioici, cunoscuți sub denumirea de **mușchi de turbă**. În țara noastră, se cunosc peste 32 de specii de *Sphagnum* (Plămadă, 1998).

La *Sphagnum*, gametofitul nu prezintă rizoizi decât în stadiul incipient de dezvoltare. Pe tulpina gametofitului se dezvoltă ramuri grupate (3 – 7) în smoc și inserate verticilat. În vârful tulpinii, se găsesc ramuri scurte care formează **coroana** sau **capitulul** (Fig. 193).

Din punct de vedere structural, tulpina prezintă la exterior o scoarță numită **hialodermă**, în mijloc un țesut mecanic (**stereom**), iar central (axial) un **țesut medular** (parenchimatic) (Fig. 193). De obicei, hialoderma este formată din 1 – 4 straturi de celule mari și hialine (Plămadă, 1998).

La *Sphagnum*, frunzele sunt alcătuite din celule asimilatoare (**clorocite**) și celule hialine (**hialocite**), dispuse alternativ, într-un singur strat (Fig. 193 și 194). Hialocitele sunt celule moarte, mari, prevăzute cu pori și îngroșări inelare situate pe pereții celulari. Aceste

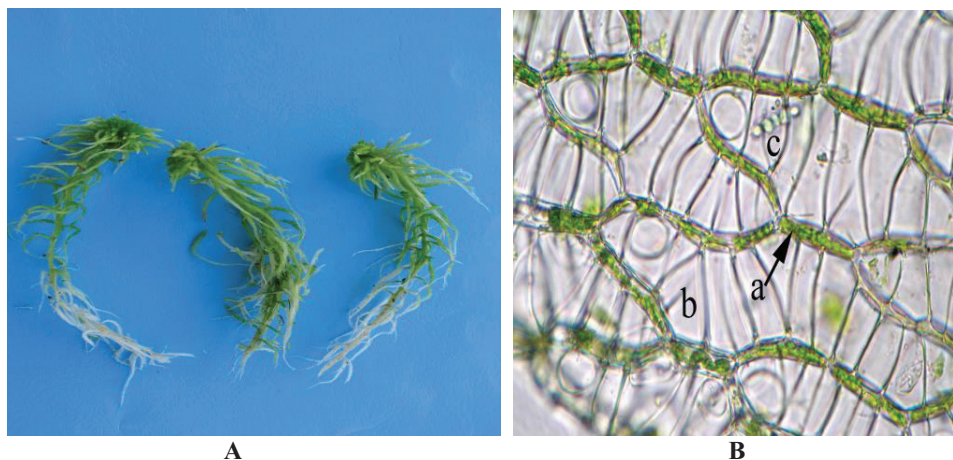


Fig. 193. Gametofit de *Sphagnum* (A); frunză de *Sphagnum* (B) cu clorocite (a), hialocite (b) și celule de *Myxochloris sphagnicola* (aspect la microscop optic).

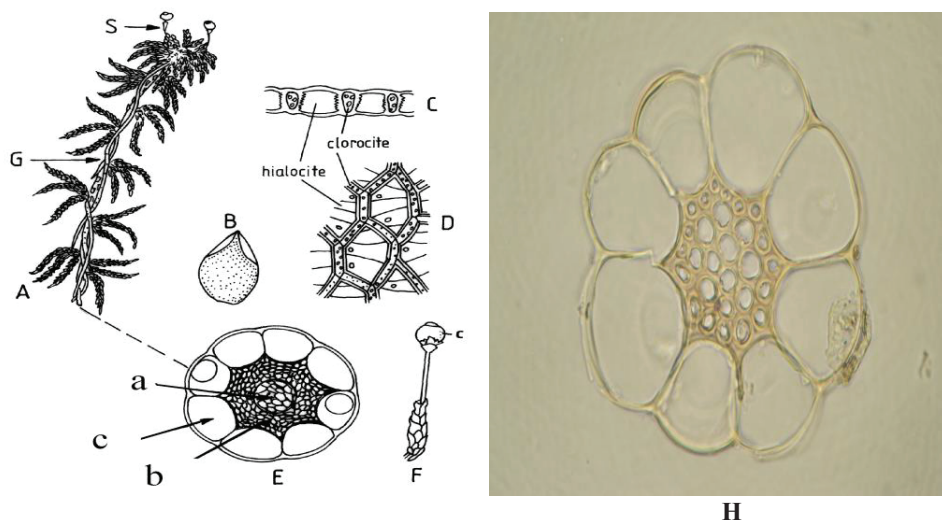


Fig. 194. Aspecte morfologice și structurale la *Sphagnum*:

A. gametofit (G) și sporofit (S); B. frunză; C. aspect microscopic al frunzei secționată transversal; D. aspect microscopic al frunzei; E. secțiune transversală prin tulpină: a. țesut medular; b. țesut mecanic; c. hialodermă; F. sporofit: c. capsulă; H. . secțiune transversală prin tulpină (la microscop optic).

celule depozitează apa. Datorită abundenței celulelor hialine în frunze, gametofiiții de *Sphagnum* absorb cantități mari de apă.

Anteridiile prezintă **perigon**, iar arhegoanele **perichețiu** (Scagel și colab., 1984).

Sporogonul este alcătuit din haustor, pseudopodiu și o capsulă sferică. Capsula prezintă apical un opercul, iar în interior columela și urna în care se formează sporii. La acești mușchi, capsula nu are peristom (Plămadă, 1998).

În principal, înmulțirea mușchiului de turbă se face prin fragmentare. Dacă sunt rupte, ramurile tinere ale gametofitului pot reface noi plante.

Mușchii de turbă cresc în locuri umede, pe locuri acide, în mlaștini și turbării și contribuie la formarea turbei. În mlaștinile de turbă din țara noastră se întâlnesc specii precum *Sphagnum palustre* (**3111B**), *S. magellanicum* (**3112B**), *S. papillosum* (**3113B**) etc. (Plămadă, 1998).

Turba produsă de *Sphagnum* se folosește ca îngrășământ organic, combustibil, pentru prepararea nămolului terapeutic, pentru acidifierea solului în floricultură etc.

Spori și frunze de *Sphagnum* se cunosc din **Jurassic**; speciile actuale pot fi determinate din material aparținând **erei cuaternare**.

Clasa Bryopsida

În clasa **Bryopsida (2B)** sunt cuprinși numeroși mușchi **cormoidici**, monoici și dioici, acrocarpi și pleurocarpi (Fig. 195 și 196). La mușchii **acrocarpi**, gametangiiile se formează în vârful ramurilor principale și/sau tulpinii, iar la cei **pleurocarpi** pe ramurile laterale reduse (Scagel și colab., 1984).

Majoritatea mușchilor au rizoizi cu rol în fixarea gametofitului pe substrat și în absorbția sevei brute. Tulpina este erectă (ortotropă) sau plagiotropă.

Sporofitul este format din haustor, setă și capsulă (Fig. 188). Capsula este operculată, are **peristom (simplu sau dublu)** și **columelă** cilindrică. De obicei, capsula este acoperită de o caliptră bine dezvoltată (Scagel și colab., 1984).

Acești mușchi se înmulțesc frecvent pe cale vegetativă, prin fragmente de protonemă, de ramuri și prin propagule dezvoltate pe rizoizi.

Pe baza caracterelor (morfologice, structurale, biochimice etc.) gametofitului și sporofitului, mușchii din clasa **Bryopsida** sunt grupați în mai multe ordine: **Polytrichales (21B)**, **Buxbaumiales (22B)**, **Bryales (23B)**, **Dicranales (24B)**, **Funariales (25B)**, **Hypnales (26B)** etc.

Ordinul Polytrichales

Mușchii **Polytrichales (21B)** sunt **dioici** și **acrocarpi**. Gametofiiții sunt dominanți și pereni (Fig. 196, 197 și 198). Tulpina este erectă și prezintă rizoizi ramificați la bază, iar apical gametangii (anteridii și arhegoane). Frunzele prezintă nervură mediană și au marginea unistratificată, iar partea mijlocie este pluristratificată (Scagel și colab., 1984).

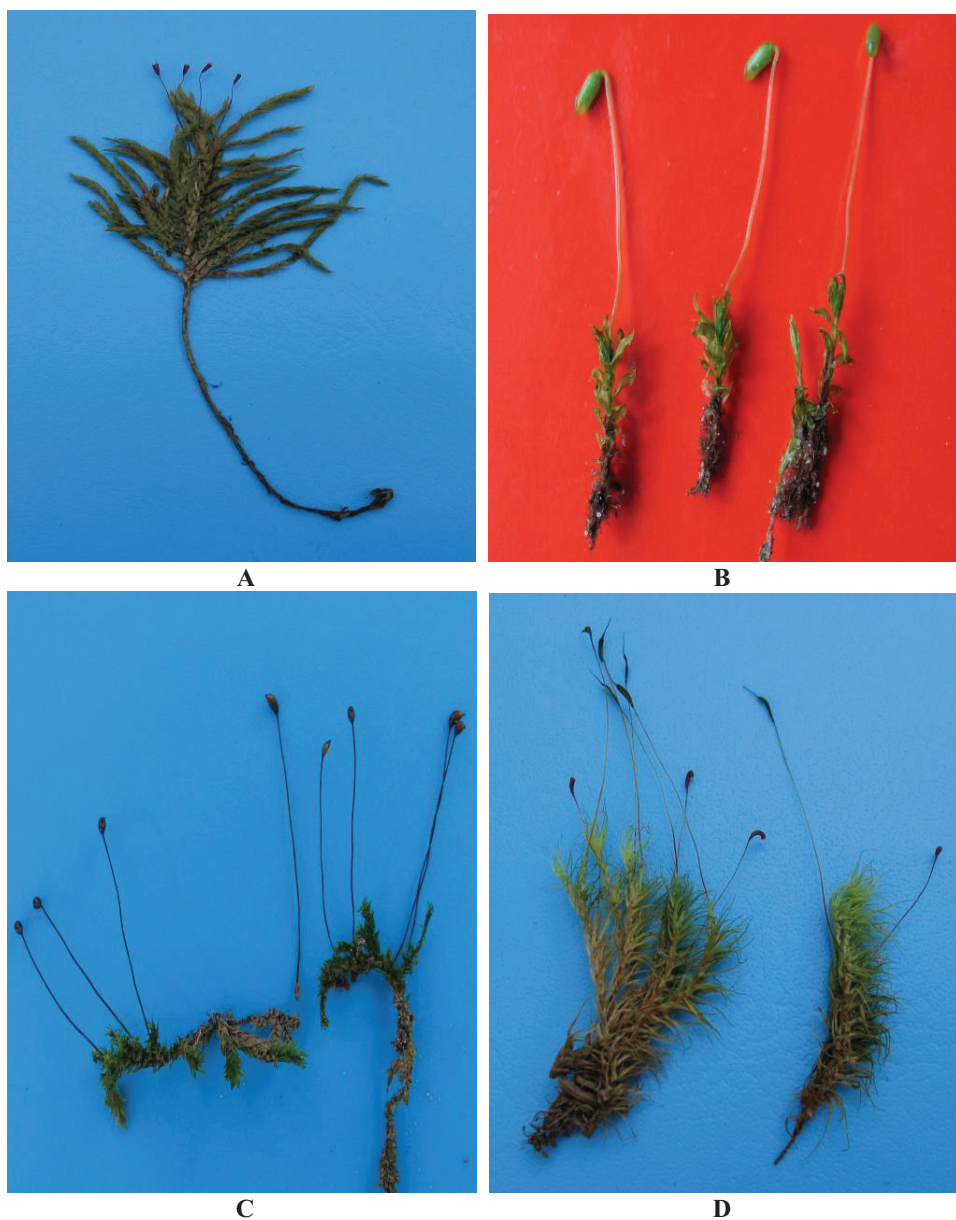


Fig. 195. Morfologia gametofitului (a) și sporofitului (b) la câțiva mușchi din clasa **Bryopsida**: A. *Climacium dendroides*; B. *Rhizomnium punctatum*; C. *Hylocomium splendens*; D. *Dicranum scoparium*.

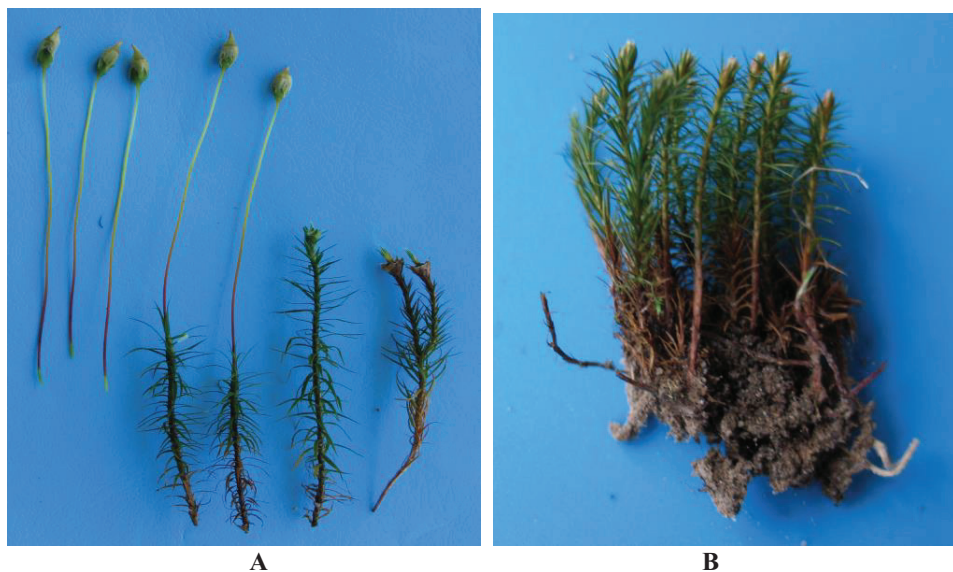


Fig. 196. *Polytrichum commune*: gametofit și sporofit (A); gametofiți ♂ (B).

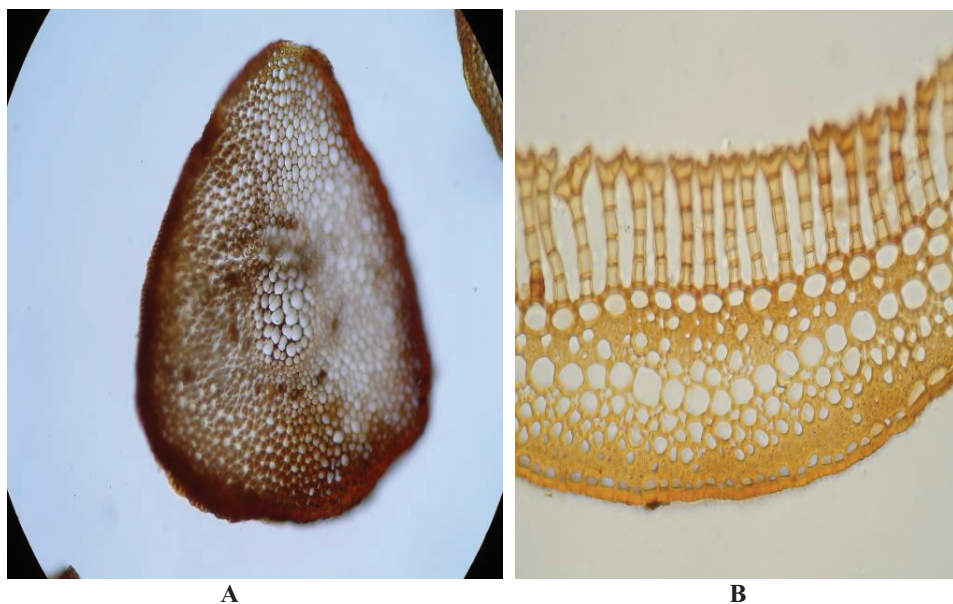


Fig. 197. *Polytrichum commune*: A. tulpină secționată (cu epidermă, scoarță și cellule conducătoare); B. frunză secționată (cu lame asimilatoare; țesut mecanic; țesut conducător).

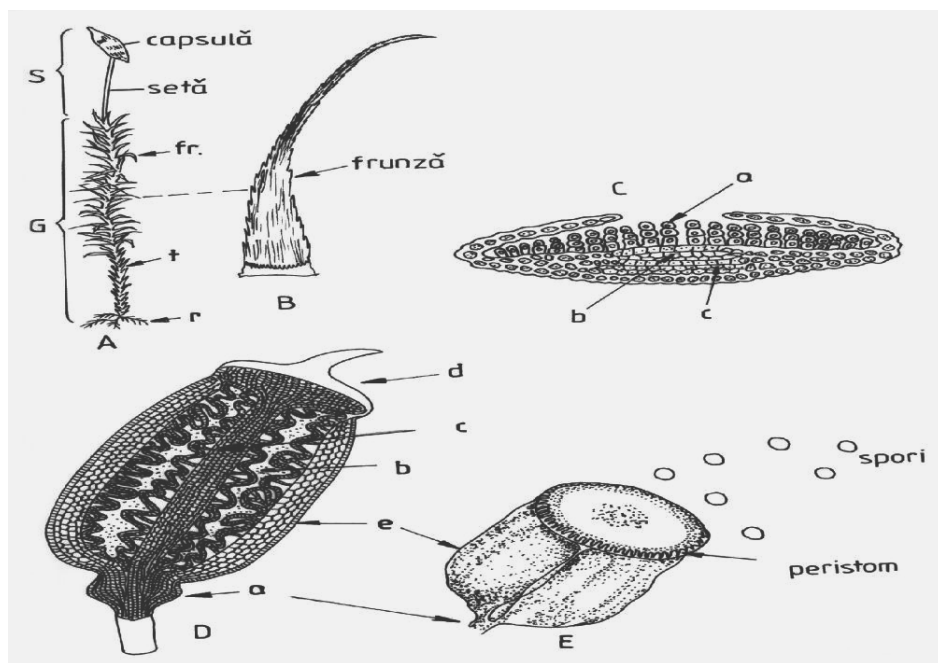


Fig. 198. Aspecte morfologice și structurale la *Polytrichum*:

- A. gametofit (G) și sporofit (S): r. rizoizi; t. tulpină; fr. frunze; B. aspect extern al frunzei;
 C. secțiune transversală prin frunză: a. lame asimilatoare; b. țesut conducător; c. țesut mecanic;
 D. capsulă: a. apofiză; b. urnă; c. columelă; d. opercul; e. peretele capsulei;
 E. capsulă cu peristom.

Capsula sporogonului este cilindrică sau prismatică (muchiată) și prezintă opercul, peristom și columelă. Caliptra este în formă de glugă, este păroasă și caducă (Plămadă, 1998).

Un gen caracteristic este *Polytrichum* (211B) care cuprinde numeroase specii, dintre care menționăm *Polytrichum commune* (211B) (gr. polys = mult, numeros; thrix, trichos = păr; lat. communis = comun) denumit **mușchiul de pământ**. La acesta, gametofitul prezintă **dimorfism foliar**. Frunzele inferioare sunt mici, solziforme, iar cele superioare sunt dezvoltate și diferențiate în teacă și limb (lamină). Pe partea superioară a laminei se găsesc lame asimilatoare dispuse perpendicular și de-a lungul frunzei. Sub țesutul asimilator există celule de conducere și celule mecanice (Fig. 197 și 198).

Capsula sporogonului este prismatică, cu 4 – 6 muchii. La bază, capsula prezintă o **apofiză**, iar apical **opercul**, sub care există epifragmul fixat de **peristom** (Fig. 198).

Caliptra este păroasă și de culoare galbenă-portocalie. Această specie este tericolă și este frecvent întâlnită în Carpații românești (Plămadă, 1998).

Fosile ale mușchilor **Polytrichales** se cunosc din **Eocen** (Scagel și colab., 1984).

Ordinul Buxbaumiales

În ordinul **Buxbaumiales (22B)** sunt cuprinse câteva specii de mușchi **dioici** care au gametofitul redus și sporofitul dezvoltat. Sporofitul este alcătuit din haustor, setă și capsulă acoperită cu o caliptră mică. Capsula este zigomorfă și are **peristom dublu** (Plămadă, 1998).

La *Buxbaumia aphylla* (**2211B**), gametofitul bărbătesc este format din câteva frunze fixate direct pe protonemă; la gametofitul femeiesc, frunzele sunt fixate pe o tulpină minusculă (sub 1 mm) (Fig. 199).

Sporofitul este bine dezvoltat. Partea superioară a capsulei este plan-convexă și oblică, iar partea inferioară este bombată. Capsula prezintă o apofiză bine dezvoltată, un opercul mic și un peristom dublu.

Această specie este întâlnită pe soluri uscate, argilo-nisipoase, din zona colinară până în etajul alpin (Plămadă, 1998).

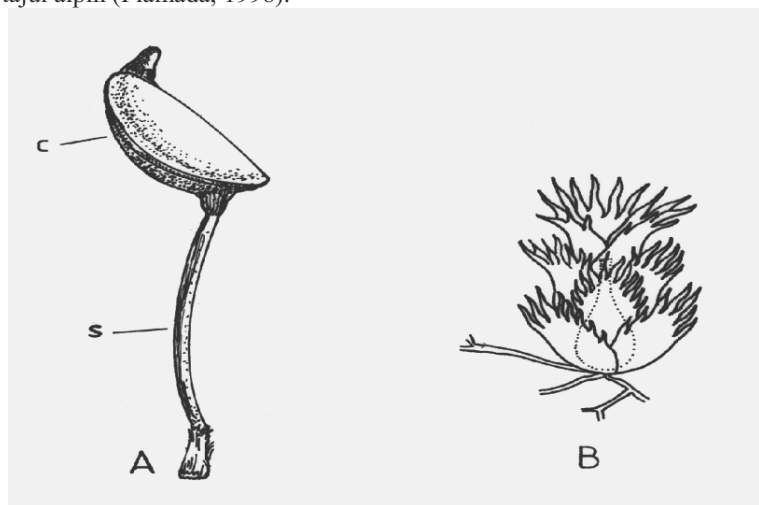


Fig. 199. Gametofitul și sporofitul la *Buxbaumia aphylla*:

A. sporofit; c. capsulă; s. setă; B. gametofit.

Ordinul Bryales

În ordinul **Bryales (23B)** sunt cuprinși numeroși mușchi monoici și dioici. Majoritatea mușchilor sunt **acrocarpi**; anumiți mușchi sunt **pleurocarpi**. Capsula sporogonului poate fi simetrică sau asimetrică și prezintă **peristom dublu** și **caliptră** (scufie).

Ordinul **Bryales** cuprinde numeroase genuri – *Bryum* (**231B**), *Mnium* (**232B**), *Rhizomnium* (**233B**) etc.- cu foarte multe specii. *Rhizomnium punctatum* (**2331B**) este un mușchi dioic, **acrocarp** (Pedrotti, 2001) care are tulpina prevăzută cu rizoizi bruni, atât la bază, cât și între frunze. Frunzele sunt sesile și au formă ovată. Seta este erectă, lungă și flexuoasă. Capsula este cilindrică, orizontală sau înclinată și are opercul conic (Fig. 195). Acest mușchi se întâlnește pe sol și roci, în locuri umede (Pedrotti, 2001).

Ordinul Dicranales

În ordinul **Dicranales** (**24B**) sunt cuprinși **mușchi acrocarpi**, monoici și dioici. Capsula sporogonului prezintă opercul conic, peristom simplu și caliptră (Pedrotti, 2001).

În ordinul **Dicranales** sunt cuprinse numeroase genuri cu multe specii. Genul *Dicranum* (**241B**) cuprinde numeroase specii de mușchi dioici (Pedrotti, 2001).

La *Dicranum scoparium* (**2411B**), (Fig. 195), gametofitul este erect, neramificat sau bifurcat. Sporogonul prezintă setă lungă și capsulă asimetrică cu opercul rostrat și scufie (Pedrotti, 2001).

4.2.5. Ecologie

Briofitele sunt plante autotrofe terestre, secundar acvatică, care au dimensiuni reduse; cei mai mari mușchi (*Dawsonia*), ajung la peste 50 cm lungime.

Mușchii au o largă răspândire pe suprafața Pământului și sunt întâlniți din regiunile ecuatoriale până în cele polare și de la șes la munte. Ei se dezvoltă pe diferite substraturi: pe sol, pe scoarța copacilor, pe lemne în descompunere etc. Alți mușchi se dezvoltă pe pietre, pe stânci umede sau uscate. De asemenea, există briofite care trăiesc în ape, fiind flotante sau fixate pe substrat (Pop și colab., 1983).

4.2.6. Origine și evoluție

O serie de dovezi (morfologice, structurale, biochimice, genetice, de biologie moleculară etc.) susțin originea briofitelor din alge verzi străvechi, la care predomină generația gametofitică.

În cursul evoluției, unele alge verzi s-au adaptat la condițiile mediului terestru și au dobândit caracteristici noi. Astfel, gametofitul lor a evoluat către un tal cu țesuturi diferențiate; sporofitul a evoluat mai puțin, fiind dependent de gametofit (Pop și colab., 1983).

Se consideră că grupul de alge verzi în care își au originea mușchii este reprezentat de **Coleochaetales**. Talul acestor alge verzi este filamentos, cu ramuri târâtoare și erecte, fiind asemănător cu protonema briofitelor (Pop și colab., 1983).

Unii autori consideră că mușchii au evoluat din alge verzi **Charophyceae**.

În stare fosilă, briofitele se cunosc din **Devonian**. Se consideră că mușchii au trei linii evolutive (**Hepaticophyta**, **Anthocerotophyta** și **Bryophyta**) principale, care s-au diferențiat devreme în istoria evoluției lor (Fig. 200). În cadrul încrângăturii **Bryophyta** se disting câteva linii evolutive corespunzătoare principalelor clase de mușchi. Faptul că

principalele linii evolutive (**Hepaticophyta**, **Anthocerotophyta** și **Bryophyta**) prezintă caracteristici foarte stabile ale grupului lor, sugerează că mușchii au apărut mai devreme de **Devonian**.

Caracterele morfologice, structurale și biochimice ale mușchilor susțin originea lor **monofiletică**. Originea și filogenia pot fi explicate mai ales prin studierea caracterelor la speciile actuale, deoarece fosilele sunt insuficiente pentru caracterizarea speciilor.

În ceea ce privește evoluția celor două tipuri morfologice (taloidic și cormoidic) principale ale mușchilor, au fost formulate două puncte de vedere (teorii) opuse. Adepții primei teorii susțin că tipul taloidic a apărut prima dată, iar cel cormoidic (frunzos) este derivat. Cea de-a doua teorie susține că tipul cormoidic (frunzos) a apărut prima dată, iar cel taloidic a apărut din cel cormoidic prin fuziunea frunzelor sau prin pierderea frunzelor și expansiunea axei gametofitului (Scagel și colab., 1984).

Cea mai veche formă de mușchi fosil – *Hepaticites devonicus* – din Devonianul Superior al SUA este taloidic și susține prima teorie. Pe de altă parte, aceasta este o singură descoperire și nu poate oferi o siguranță maximă. De asemenea, mușchii frunzoși (cormoidici) apar în **perioada carboniferă** (Scagel și colab., 1984).

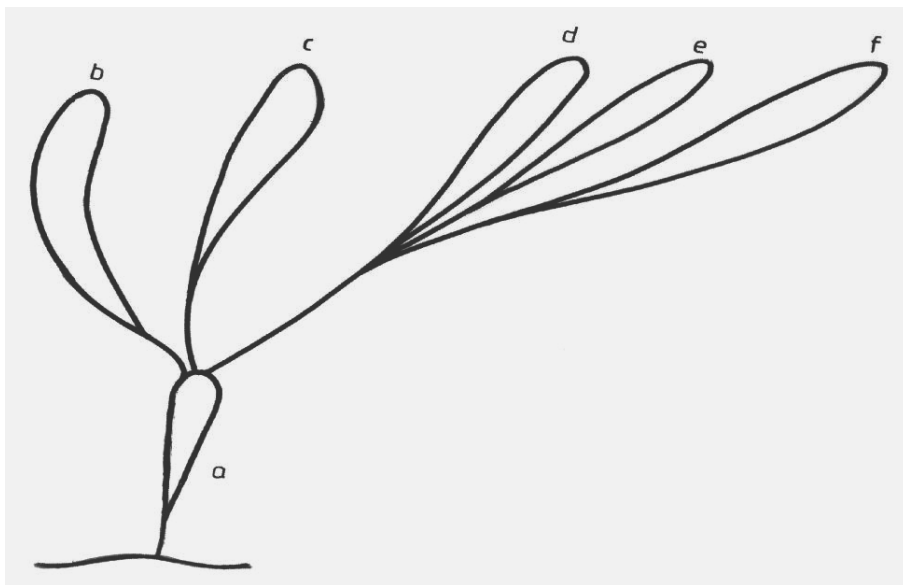


Fig. 200. Relații filogenetice ale mușchilor:
a. strămoși algali; b. **Hepaticophyta**; c. **Anthocerotophyta**; d. **Sphagnopsida**; e. **Andreaeopsida**; f. **Bryopsida**.

Mușchii prezintă anumite legături filogenetice cu psilofite străvechi **Rhyniaceae**, care sunt cele mai vechi pteridofite.

Mușchii constituie o linie filogenetică închisă, deoarece din ele nu au derivat alte plante. Psilofitele și mușchii își au originea într-un trunchi comun, ancestral, de alge verzi, dar au evoluat în direcții diferite (Raven și colab., 1992).

4.2.7. Bibliografie

- Cristea, V., 2014, Plante vasculare: diversitate, sistematică, ecologie și importanță, Presa Universitară Clujeană.
- Pedrotti, C.C., 2001, Flora dei muschi d'Italia, Ed. Antonio Delfino, Roma.
- Pârvu, M., 2003, Botanică sistematică I, Ed. Gloria, Cluj-Napoca.
- Plămadă, E., Flora briologică a României, Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
- Pop, I., Hodișan, I., Mititelu, D., 1983, Botanică sistematică, Ed. Didactică și Pedagogică, București.
- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E., 1992, Biology of Plants, Worth Publishers, New York, S.U.A.
- Scagel, R.F., Bandoni, R.J., Maze, J.R., Rouse, G.E., Schofield, W.B., Stein, J.R., 1984, , Plants – An Evolutionary Survey, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California.
- Sitte, P., Ziegler, H., Ehrendorfer, F., Bresinsky, A., 1998, Lehrbuch der Botanik für Hochschulen, Ed. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – Jena – Lübeck – Ulm.

Site-ografie

IRP

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Plantae>

IH

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Hepaticophyta>

1H

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Hepaticopsida>

11H

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Jungermanniales>

12H

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Marchantiales>

121H <http://www.theplantlist.org/browse/B/Marchantiaceae/Marchantia/>

1211H

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Marchantiales>

13H

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Metzgeriales>

IA

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Anthocerotophyta>

1A

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Anthocerotopsida>

11A

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Anthocerotales>

IB

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Brrophyta>

IBM

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Musci>

1BB

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Brjopsida>

21B

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Poljtrichales>

211B

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=POLYT5>

2111B <https://plants.sc.egov.usda.gov/core/profile?symbol=POCO38>

22B

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Buxbaumiales>

2211B <https://plants.sc.egov.usda.gov/core/profile?symbol=BUAP70>

23B

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Brjales>

232B <https://plants.sc.egov.usda.gov/core/profile?symbol=MNIUM2>

233B <https://plants.sc.egov.usda.gov/core/profile?symbol=RHIZO2>

2331B <https://plants.sc.egov.usda.gov/core/profile?symbol=RHPU7>

24B

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Dicranales>

241B

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=DICRA8>

2411B <https://plants.sc.egov.usda.gov/core/profile?symbol=DISC71>

25B

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Funnariales>

26B

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Hydnariales>

3B

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Sphagnopsida>

31B

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Sphagnales>

311B

<https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=SPHAGN2>

3111B <https://plants.sc.egov.usda.gov/core/profile?symbol=SPPA70>

3112B <https://plants.sc.egov.usda.gov/core/profile?symbol=SPMA70>

3113B <https://plants.sc.egov.usda.gov/core/profile?symbol=SPPA71>

INDEX

Unități taxonomice....pag.

A

Abies alba ...214
Acaryochloris marina...35, 105
Acetabularia...148, 149
A. acetabulum...147, 148, 149
A. mediterranea... 149
Achillea...16
A. millefolium...16
A. millefolium subsp. *sudetica*...16
A. millefolium subsp. *sudetica* f. *rosea*...16
Actinobacteria...29
Actinomycetales...29
Agaricales...221, 222, 223
Agaricomycetes...16, 222
Agaricomycotina...16, 222
Agaricus...223
A. bisporus...223
A. campestris...223
Aglaozonia...82
A. parvula...77
Agrobacterium...27
A. tumefaciens...27, 28
Alphaproteobacteria...27
Amanita...175, 223, 224
A. caesarea...224, 225
A. muscaria...224, 225
A. phalloides...224, 226
Anabaena...34, 36, 37, 38, 40, 42
A. flosaquae...42
A. oscillarioides...42
A. spiroides...42

B

Bacillaceae...26
Bacillales...26
Bacillaria...93, 99, 100
Bacillariales...99, 100
B. paradoxa...100
Bacillariophyceae...66, 99
Bacillariophyta...55, 90, 91, 92, 93, 97, 98, 99
Bacilli...26
Bacillus...26
B. anthracis...22, 23, 26
B. cereus...26

Andreaceopsida...264, 272
Animalia...14, 15, 17, 51
Anthocerotales...263
Anthocerotophyta...260, 263, 271, 272
Anthocerotopsida...263
Aphanizomenon...38
Archaea...15, 19, 25,
Archaeobacteria...19, 46
Archegoniatae avasculare...257
Armillaria...223
A. mellea...224
Arthrospira...41
Arthrospira platensis...33, 41, 43
Ascomycota...16
Ascomycota...171, 173, 175, 176, 177, 178,
189, 194, 195, 196, 197, 247
Ascophylla laevigata...85
Ascophyllum...85, 86
A. nodosum...85, 86
Aspergillus...203, 204
A. flavus...203
A. niger...203, 204, 205
Asteraceae...16
Asterales...16
Asteridae...16
Asteroideae...16
Auricularia...221, 230
A. auricula-judae...229, 230
Auriculariales...222, 230
Azolla...37

B. subtilis...22, 26
B. thuringiensis...26
Bacteria...15, 19, 25, 26
Bangia...104, 112
B. atropurpurea...112
B. fuscopurpurea...112
Bangiales...105, 112
Bangiophyceae...104, 105, 107, 112, 118
Basidiomycota...170, 173, 175, 176, 178,
189, 220, 221, 222, 247
Batrachospermales...113

Batrachospermum...104, 107, 108, 109, 113, 114
B. gelatinosum...110, 114
B. moniliforme...114
Beggiatoa...19, 27
B. alba...27, 28
Berberis vulgaris...239
Betula...232
Biddulphia...91, 100, 101
B. apiculata...101
Biddulphiales...100, 101
Boletales...222, 227
Boletus...175, 227
B. edulis...227
Botrydiales...68, 70
Botrydium...69, 70

C

Caliciaceae...217
Caliciales...217
Calobryales...261
Caloplaca...216
Callithamnion...115
Candida...201
C. albicans...201, 202
Cantharellales...222, 228
Cantharellus...228
C. cibarius...228, 229
Caulerpa...147
C. prolifera...147
Centrales...95
Ceramiales...107, 113, 115
Ceramium...104, 115
C. rubrum...115
C. virgatum...115, 116
Ceratium...58, 60
C. hirundinella...57, 60
C. tetraceras...60
C. tripos...57, 60
Cerioporus...231
C. squamosus...231, 232
Cetraria...212
Cetraria islandica...212, 213
Chaenotheca...176
Chaetocerotales...100
Chaetophora...135
Chaetophorales...128, 135, 136, 165, 166
Chaetosphaeriales...149
Chamaesiphon...32, 39, 40

B. granulatatum...68, 70
Botryotinia...209
Botryotinia fuckeliana...209, 210, 211
Botrytis...171
B. cinerea...210, 211
Bryophyta...165, 260, 264, 271
Bryopsida...264, 266, 272
Bryopsidales...140, 146, 147, 165
Bryopsidophyceae...164
Bryopsis...147, 164
B. pennata...147
B. plumosa...147
Bryum...270
Buxbaumia aphylla...270
Buxbaumiales...266, 270

Chamaesiphon confervicola...39
Chara...159, 161, 162, 163, 164
C. fragilis...163
C. globularis...161, 162
C. vulgaris...163
Characeae...127
Charales...127, 159, 160, 163, 165
Charophyceae...135, 149, 159, 160, 163, 164, 166, 271
Charophyta...125, 149
Chlamydiales...22
Chlamydomonadales...128
Chlamydomonas...128, 129, 130, 163, 164, 166
Chlorella...136, 137
C. vulgaris...15, 16, 136, 137
Chlorellales...136
Chlorobium...31
Chlorococcales...127, 165, 166
Chlorococcum...131, 212
C. humicola...131
C. infusionum...131
Chloroflexus...31
Chlorophyceae...16, 126, 128, 135, 160, 164
Chlorophyta...87, 135, 128
Chondrus...117
Chordariales...87
Chromatium...30
Chromista...51, 55, 58, 180, 185
Chromulina...62, 63, 65
Chromulinales...64
Chroococcales...39

Chroococcus...32, 40, 43, 44
Chroothece...104, 116
Chrysamoeba...62
Chrysophyceae...62, 64, 66, 68, 69, 87
Chytridiales...189
Chytridiomycetes...189
Chytridiomycota...171, 189, 247
Ciuperici...169
Cladonia...212
C. cristatella...178
C. rangiferina...212, 213
Cladophora...39, 127, 128, 144, 163
C. glomerata...144, 145, 163
Cladophorales...140, 144, 165
Clathrus...230
C. archeri...231
C. ruber...231
Claviceps...211
Claviceps purpurea...211, 212
Climacium dendroides...267
Closterium...151, 153
C. moniliferum...151
Clostridium...26
C. botulinum...22
C. tetani...22
Codiales...164
Codium...127, 147
C. tomentosum...147
Colacium...121, 122, 124
Coleochaetaceae...127
Coleochaetales...135, 149
Coleochaete...149, 150, 160, 164, 166
C. pulvinata...149
Coleochetophyceae...149
Collemataceae...177
Compositae...16
Conchocelis...108, 109, 112, 113, 118
Conjugatophyceae...149, 150, 151

D

Dacrymycetes...222
Dasycladales...140, 148, 164, 165
Daedalea...231
D. quercina...232, 234
Dawsonia...271
Delesseria...104, 115, 116
D. sanguinea...116
Derbesia...128, 146, 164
D. marina...146

Coprinus...223
C. comatus...224, 226
Corallina...105, 114
C. officinalis...114
Corallinaceae...117
Corallinales...113, 114
Cordyceps...211
Cormobionta...16
Cormophytae...14, 165
Cortinarius...175
Corynebacterium...29
Coscinodiscophyceae...99
Cosmarium...151, 152
C. botrytis...151, 153
Craterellus...228
C. cornucopioides...228, 229
Crenarchaeota...25,
Cryptonemiales...113
Cryptophyta...55, 129
Cucumovirus...47
Cutleria...77, 79, 82
C. multifida...76, 77, 82, 83
Cutleriales...82
Cyanobacteria...29, 31, 36, 38, 40, 44
Cyanophyceae...39,
Cyanophora paradoxa...18
Cyanophyta...31, 36, 40, 44
Cyclosporidaceae...85
Cyclotella...91, 100, 101
C. tecta...101
Cylindrocystis...155
Cymbella...93, 99, 100
C. cymbiformis...100
Cymbellales...99, 100
Cyperaceae...175
Cystoseira...86
C. barbata...82, 86

Dermateaceae...209

Dermocarpa...32, 40, 40
Desmidiaceae...151, 152
Desmococcus...140
D. olivaceus...140
Diatoma...92, 99, 100
D. vulgare...100
Diatomeae...66, 90
Dichotomosiphon...147
Dicranales...266, 271

Dicranum...271
D. scoparium...267, 271
Dictyota...77, 79, 83
D. dichotoma...76, 78, 83
Dictyotales...82, 83, 87
Dinobryon...62, 63, 64, 65
Dinobryon sertularia...64, 65
Dinoflagellatae...55, 58

E

Ectocarpales...82, 88
Ectocarpus...76, 77, 78, 82
E. siliculosus...76, 82
Endogone...175
Enterobacteriaceae...29
Enterobacteriales...29
Entomophaga...194
Entomophthora...194
E. muscae...194
Entomophthorales...194
Entomophthoromycetes...191, 194
Erwinia...27
Erysiphaceae...206, 207
Erysiphales...206, 207
Escherichia...27, 29
E. coli...23, 29
Euastrum...151, 152
E. ansatum...152, 154
E. lobatum...152, 154
Eubacteria...15, 19, 26, 46

F

Firmicutes...26
Fischerella...42, 43
Florideophyceae...52, 104, 105, 107, 112, 113, 118
Fomes...231
Fomes fomentarius...232
Fomitopsis...231
F. betulina...232, 233
F. pinicola...232, 233
Frittschiella...135, 164
Fucales...73, 75, 77, 85, 86, 87, 88

G

Gammaproteobacteria...27, 29
Ganoderma...231
G. lucidum...232, 233

Dinophyceae...55, 58
Dinophyta...124
Draparnaldia...135
Dumontinia...209
D. tuberosa...209
Dunaliella...127, 129
D. salina...129

Eubacterium...26
Eucheuma...117
Eudorina...129, 130
E. elegans...131
Euglena...121, 122, 123, 124, 166
E. viridis...124
Euglenales...122, 165
Euglenophyceae...122
Euglenophyta...120, 121, 122, 124
Euglenozoa...120, 122
Eukarya...15, 16, 51
Eurotiales...203, 204
Eurotiomycetes...203
Eurotium...203
Euryarchaeota...25, 26,
Eutryptiales...122
Evernia...212
E. prunastri...214
Exobasidiomycetes...244

Fucophycidae...82, 85, 88
Fucus...77, 80, 81, 86
F. serratus...76, 81, 86
F. vesiculosus...74, 76, 81, 82, 85, 86
Fulgensia...216
Fuligo...185
Fuligo septica...184, 185
Funariales...266
Fungi...14, 15, 17, 51, 180, 189
Fungi imperfecti...247

Geitleria...42
Geitleria calcarea...42
Gelidiales...107, 113, 114
Gelidiocolax...114

Gelidium...114
Gigartinales...113
Gloeocapsa...32, 40, 43, 44, 176
Gloiopeltis...116, 117
Glycine max...28
Gomphonema...99, 100
G. acuminatum...100
Goniotrichales...112
Gonium...129, 130
G. pectorale...131

H

Halicystis...128
H. ovalis...146
Halobacteria...26
Halobacteriales...26
Halobacterium...25
Halococcus...26
Hapalosiphon...35, 42, 43, 44
Haptophyta...55
Helicobacter...27
Hellobacteria...26
Helotiaceae...209
Helotiales...206, 209
Hepaticatae...261
Hepaticites devonicus...261, 272
Hepaticophyta...260, 261, 271, 272
Hepaticopsida...261

I

Index Fungorum...180

J

Julescraneia...87
Jungermannia...261

L

Lactarius...175, 234
L. deliciosus...234, 235
L. piperatus...234, 235
Lactobacillaceae...26
Lactobacillales...26,
Lactobacillus...26, 27,
L. bulgaricus...26
L. casei...26
Laetiporus...231
L. sulphureus...232, 234
Laminaria...76, 77, 80, 84, 87
L. cloustonii...79, 84

Gonyaulacales...58, 60
Gonyaulax...57, 58, 60
Gracilaria...104, 107, 114
Gracilariales...114
Gracilariocolax deformans...114
Gracilariophyla deformans...114
Gunnera...42
Gymnodiniales...58, 59
Gymnodinium...57, 58, 59
Gymnosporangium...238

Hericium...234
H. coralloides...236
Heterococcus...139
Heterokontae...67
Hyalococcus...176
Hydnum...238
H. repandum...229, 230
Hydrodictyon...136, 137, 139
H. reticulatum...139
Hydrurales...64, 65
Hydrurus...65
H. foetidus...65, 66
Hylocomium splendens...267
Hyphochytridiomycota...185
Hypnales...266
Hypocrea...211
Hypocreales...211

Jungermanniales...261

L. digitata...79, 84
L. hyperborea...73, 84
L. saccharina...76, 79, 82
Laminariales...73, 76, 79, 82, 83, 85, 86, 87,
88
Lecanora...212
Lecanorales...212
Lecanoromycetes...203, 212
Legionella...27
Leotiomycetes...203, 206
Leptomitales...186
Liliatae...16
Listeria...26

Lithophyllum...117
Lithothamnion...105, 114, 117
Lobaria pulmonaria...214, 215

M

Macrocystis...84
Macrocystis pyrifera...84
Macrolepiota...223
M. procera...224
Magnoliophytina...16
Mallomonas...66, 67
Marasmius...223
Marasmius oreades...226, 227
Marchantia...261, 263
M. polymorpha...261, 262, 263
Marchantiales...261
Marchantiales...261, 263
Mediophyceae...99, 100
Melanophyta...72
Merismopedia...32, 39, 43, 44
Merismopedia punctata...39
Merulius lacrymans...228
Mesostigmatophyceae...149
Mesotaeniaceae...155
Mesotaenium...155
Methanobacteriales...25
Methanobacterium...25
Methanococcales...25
Methanococcus...25
Methanomicrobiales...25
Methanomicrobium...25
Micrasterias...151, 152, 155
M. crux-melitensis...152
M. furcata...152
Microcystis...32, 38, 40, 43, 44
M. aeruginosa...33, 40

N

Navicula...92, 93, 99, 100
N. tripunctata...100
Naviculales...99, 100
Nectria...211
Nemaliales...113
Nemalion...113
Nemalionales...105, 118
Nereocystis...79, 84, 85, 87
N. luetkeana...84, 85
Nitella...159, 163

Lycopersicum esculentum...187
Lyngbia...41, 43, 44
Lyngbia confervoides...41

Mixochloris...70
M. sphagnicola...70
Mnium...270
Miozoa...55, 58, 60
Mollicutes...27
Monera...14,
Monilinia...209
Monilinia fructigena...209, 210
Monostroma...164
Morchella...218
Morchella esculenta...218, 219
Mortierellales...192
Mucor...192
M. mucedo...192
Mucorales...192
Mucoromycetes...191, 192
Musci...264
Muschi...255
Mutinus...230
Mutinus caninus...230, 231
Mycetozoa...180
Mycobacteriaceae...29
Mycobacterium...29
M. bovis...29
M. leprae...29
M. tuberculosis...22, 29
Mycoplasma...27
Myxochloris...70
Myxochloris sphagnicola...70
Myxogastrea...180
Myxomycetes...180, 181, 182
Myxomycota...180, 247

N. opaca...163
Noctiluca...60
Noctiluca miliaris...57, 60
Noctiluciales...60
Noctilucopephyceae...60
Nodularia...38
Nostoc...36, 37, 38, 42, 176, 177
N. commune...34, 42, 43
N. verrucosum...43
Nostocales...39, 41, 42, 43

O

Ochromonas...62, 63, 64

Ochrophyta...55, 62

Oedogoniales...128, 133, 135, 165

Oedogonium...39, 127, 133, 134, 135

Oidium...206, 207

Onygenales...203

Oomycetes...156, 247

P

Padina...83, 87

P. pavonica...83

Pandorina...129, 130

P. morum...131

Parmelia furfuracea...214

Pediastrum...136, 137, 138, 139

Pelagophycus...87

Pelodictyon...31

Peltigera...176, 214

P. canina...214, 215

Peltigerales...212, 214

Penicillium...203

P. chrysogenum...203

P. expansum...203, 205, 206

P. notatum...203

P. roqueforti...203

Pennales...95

Peranema...121, 124

Peranemea...122

Peranemida...124

Peridinales...58, 59

Peridinium...56, 57, 58, 59

Peronosporae...186

Persica vulgaris...198

Peziza...218

Peziza badia...218, 219

Pezizales...218

Pezizomycetes...203, 218

Pezizomycotina...197, 203

Phacus...121, 122, 123, 124

P. caudatus...124

P. longicauda...124

Phaeophyceae...62, 66, 68, 72, 82,

Phaeophycidae...82, 88

Phallales...222, 230

Phallus...230

Phallus impudicus...230, 231

Phaseolus vulgaris...238

Phragmidium...238

Oomycota...171, 172, 185, 186, 247

Orchidaceae...175

Oscillatoria...33, 38, 41

O. princeps...41

Oscillatoriales...39, 41

P. disciflorum...239

P. mucronatum...239, 243

Phycomyces...192

Phyllosiphonaceae...68

Physarales...182, 185

Physarida...185

Physarum...185

Physcia...217

Physcia stellaris...217, 218

Physciaceae...217

Phytophthora...187

P. infestans...187, 188

Phytoplasma...27

Picea excelsa...214

Pilobolus...192

Pinnularia...91, 94, 99, 100

P. viridis...100

Pinus sylvestris...214

Plantae...14, 15, 16, 17, 51, 55, 103, 112, 125, 254

Plasmopara...187

P. viticola...187, 189

Pleurocapsa...32

Pleurocapsales...39

Pleurococcus vulgaris...140

Pleurosigma...93, 99, 100

P. angulatum...95, 100

P. elongatum...95

Pleurotus...223

P. ostreatus...226, 227

Ploetarea...122

Podosphaera...207

P. mors-uvae...207, 208

P. pannosa...207, 208

Polyporales...222, 231

Polyporus...231

P. squamosus...231

Polysiphonia...104, 107, 111, 112, 115, 116, 118

P. urceolata...116

Polytrichales...266, 270
Polytrichum...260, 269
P. commune...268, 269
Porphyra...104, 107, 108, 109, 112, 113, 116, 118
P. leucosticta...113
P. purpurea...113
Porphyridiales...112
Porphyridium...104, 105, 116
P. purpureum...116
Potexvirus...47
Potyvirus...47
Prasiola...140
Prasiolales...136, 140
Prasinophyceae...128, 165
Procaryotae...14,
Prochlorococcus...39
P. marinus...39
Prochloron...17, 39
P. didemni...39
Prochlorothrix...39
P. hollandica...39
Prokarya...15
Prorocentrales...58
Prorocentrum...58

R

Reoviridae...47
Rhabdoviridae...47
Rhizobiaceae...27
Rhizobiales...27
Rhizobium...27
R. leguminosarum...27, 28
Rhizocarpales...216
Rhizocarpon...179, 216
R. geographicum...216, 217
Rhizochloridales...70
Rhizochloris...70
Rhizoctonia...175
Rhizomnium...270
Rhizomnium punctatum...256, 267, 270
Rhizopus...192
R. nigricans...194

S

Saccharina...84
S. latissima...82, 84
S. plana...84
Saccharomyces...201

Prorocentrum micans...57
Prosthecochloris...31
Proteobacteria...27, 29
Protista...14, 15, 17,
Protomyces...198
Prototheca...137, 163
Protozoa...120, 180
Prunus domestica...198
Pseudevernia...212
Pseudevernia furfuracea...213, 214
Pseudomonadaceae...27
Pseudomonadales...27
Pseudomonas...27
P. fluorescens...27
Pseudotrebouxia...176
Puccinia...238
P. glumarum...239
P. graminis...221, 237, 239, 240, 241, 242
P. striiformis...239, 242
Pucciniales...236, 237, 238
Pucciniomycetes...236
Pucciniomycotina...222, 236
Pyrrhophyta...55, 58, 60
Pyronema...218
Pythiales...186

R. sexualis...192
R. stolonifer...193, 194
Rhodocyclus...30
Rhodophyta...87, 103, 104
Rhodopseudomonas...30
Rhodospirillum...30
Rhodymenia palmata...117
Rhytismatales...206
Ribes grossularia...207
R. nigrum...207
R. rubrum...207
Rickettsiales...22
Rivularia...35, 36, 37, 42, 176
Russula...175, 234
R. cyanoxantha...234, 235
R. emetica...234, 235
Russulales...222, 234

S. cerevisiae...201, 202
S. cerevisiae var. *ellipsoideus*...201
Saccharomycetales...200
Saccharomycetes...200
Saccharomycotina...197, 200

Salmonella...27
Saprolegniales...186
Sargassum...85, 86
S. bacciferum...85, 86
S. fluitans...85
S. natans...85
Scenedesmus...136, 137, 138, 139, 163
S. caudatus...139
Schizophyta...19
Scleroderma...227
S. verrucosum...227
Sclerotinia...171, 209
S. sclerotiorum...209, 210, 211
Sclerotiniaceae...209
Scytonema...35, 42, 176
Serpula...227
S. lacrymans...228
Siphonocladales...140
Solanum tuberosum...187, 190
Sordariales...211
Sordariomycetes...203, 211
Spermatophyta...16
Sphacelaria...83
Sphacelaria reticulata...83
Sphacelariales...82, 83, 87
Sphacelia segetum...211, 212
Sphaerocarpaceae...261
Sphagnales...264
Sphagnopsida...264, 272
Sphagnum...70, 264, 265, 266
S. magellanicum...266
S. palustre...266

T

Tabellaria...92, 99, 100
T. flocculosa...100
Tabellariales...99, 100
Taphrina...198
T. deformans...198, 200
T. pruni...198, 199
Taphrinales...198
Taphrinomycetes...198
Taphrinomycotina...197, 198
Teloschistales...212, 216
Teloschistes...216
Tenericutes...27
Thallophytae...14
Thiobacillus...22

S. papillosum...266
Spirogyra...55, 156, 157, 158, 159
Spiroplasma...27
Spirulina...41
S. major...41
Spirulina platensis...41
Spirulinales...41
Staphylococcaceae...26
Staphylococcus...23, 26
S. aureus...26
Stemonitales...182, 183
Stemonitida...183
Stemonitis...183
S. fusca...183
Stephanodiscals...100, 101
Stereum...234
Stereum hirsutum...236
Strigonema...35, 42, 43
Streptococcus...23
S. thermophilus...27
Streptomyces...29
S. griseus...29
Streptomycetaceae...29
Synchytrium...190
Synchytrium endobioticum...190
Synechococcales...39
Synechococcus...32, 37, 39,
Synechocystis...39
Synura...66, 67
Synurales...66
Synurophyceae...62, 66

Thiocapsa...30
Thiospirillum...30
Thiotrichaceae...27
Thiotrichales...27
Tilopteridales...82
Tobamovirus...50
Trachelomonas...121
Trametes...231
T. versicolor...232, 233
Trebouxia...139, 140, 176, 212
Trebouxia erici...178
Trebouxiales...136, 139, 163
Trebouxiophyceae...128, 136
Tremellomycetes...222
Trentepohlia...139

Treponema...19
Tribonema...70
Tribonema bombycinum...70
Tribonematales...70
Trichia...183
T. varia...184

U

Ulothrix...127, 140, 142, 163, 164
U. zonata...141
Ulotrichales...140, 164, 165, 166
Ulva...127, 128, 142, 143
U. lactuca...142, 143
Ulvales...140, 142
Ulvothyceae...128, 139, 140
Ureaplasma...27
Urocystales...244

V

Vaucheria...69, 71, 72
V. sessilis...71, 72
Vaucheriales...71, 247
Vibrio...27

X

Xanthomonas...27
Xanthophyceae...62, 67, 69, 70, 139, 247

Z

Zygnema...156
Zygnematales...151, 155, 165
Zygnemataceae...155

Trichiales...182, 183
Trichiida...183
Tricholoma...175
Triticum...239
Tuber...175
T. aestivum...219, 220

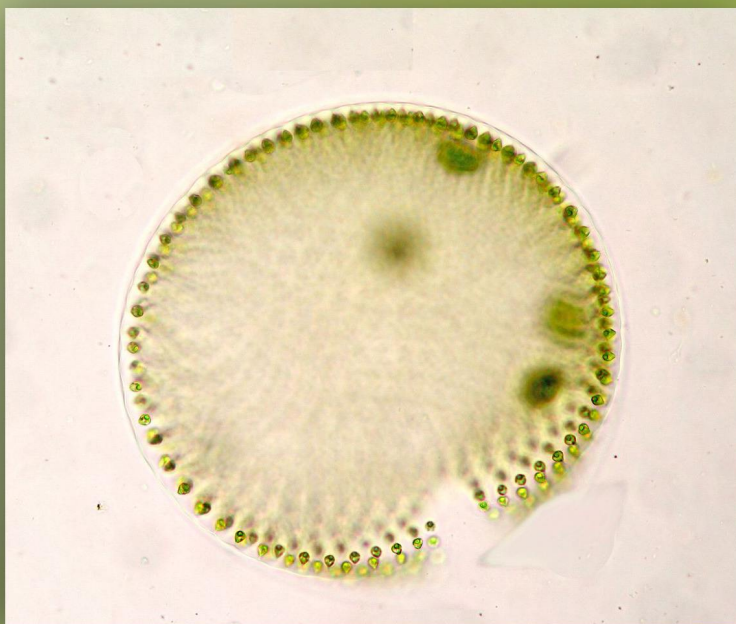
Uromyces...238
U. appendiculatus...238
Usnea...179, 212
U. barbata...214, 215
Ustilaginales...244
Ustilaginomycetes...244
Ustilaginomycotina...222, 244
Ustilago...221, 244
U. maydis...245
U. zeae...245

Viridiplantae...125

Volvocales...128, 165, 166
Volvox...130, 131, 132, 166
V. globator...131

Xanthoria...216
X. parietina...139, 216, 217
Xylariales...211

Zygnematophyceae...149, 150, 151
Zygomycetes...175
Zygomycota...171, 172, 175, 189, 191, 247



ISBN: 978-606-37-0736-0